

**Universidad Pública de Navarra**

***Nafarroako Unibertsitate Publikoa***

**ESCUELA TECNICA SUPERIOR  
DE INGENIEROS AGRONOMOS**

***NEKAZARITZA INGENIARIEN  
GOI MAILAKO ESKOLA TEKNIKO***

# **Evaluación de la huella hídrica de un queso D.O.P. Roncal**

presentado por

**María Cilveti Andueza**

*-k aurkeztua*

**GRADO EN INGENIERIA AGROALIMENTARIA Y DEL MEDIO RURAL**

***GRADUA NEKAZARITZAKO ELIKAGAIEN ETA LANDA INGURUNEAREN INGENIERITZAN***

**Junio de 2015 – 2015eko Ekaina**

## AGRADECIMIENTOS

La realización de este trabajo no hubiera sido posible sin la colaboración desinteresada de muchas personas que me han regalado su tiempo, su conocimiento y experiencia y muchos de los datos necesarios para la “Evaluación de la huella hídrica de un queso D.O.P. Roncal.

En primer lugar debo agradecer al Dr. Federico J. Castillo, del Departamento de Ciencias del Medio Natural de la UPNA, su oferta para la realización de este Trabajo Fin de Grado y su acompañamiento y directrices a lo largo de todo el proceso de ejecución.

Tener como co-directora a Maite M. Aldaya, una de las personas que más ha trabajado y trabaja en huella hídrica a nivel mundial ha sido para mí un regalo. Impagables su disponibilidad, su optimismo y los conocimientos compartidos.

A lo largo de la realización de este trabajo, han colaborado varios expertos en Huella Hídrica, resolviendo dudas puntuales y aportando su punto de vista, incluso desde el propio planteamiento inicial del trabajo, como es el caso de Ángel de Miguel, Roberto Rodríguez y Mesfin Mekonnen.

Este trabajo no hubiera sido posible sin el visto bueno de Antonio Gascue, presidente de la D.O.P. Roncal en el momento en que se inició el trabajo, y sin sus gestiones para involucrar en el mismo a otras personas de la propia denominación, como su secretaria Carmen Díaz de Cerio.

Para la evaluación de la Huella Hídrica se necesitan multitud de datos de entradas, salidas y funcionamiento de las empresas objeto de estudio. Imposible agradecer suficientemente la disposición de Javier Urrutia para proporcionar la información necesaria de ENAQUESA y de los ganaderos que suministran la leche.

Debo agradecer a ENAQUESA, empresa productora del queso objeto de estudio, su colaboración y a Sara Mainz, trabajadora de la empresa, su atención y su tiempo.

Un importante número de ganaderos que entregan leche a ENAQUESA lo hacen a través de Baztandarra Kooperatiba o son socios y/o clientes de la misma. Quiero aprovechar estas líneas para agradecer la disposición y colaboración de Aintzane Mariezkurrena, su gerente, aportando valiosos datos y resolviendo numerosas dudas.

También han colaborado aportando datos de materias primas las casas de piensos; debo mencionar y agradecer especialmente la atención de Pienso Unzué y su apuesta por la transparencia hacia los ganaderos en este sentido.

Mi agradecimiento infinito a los tres pastores que, sin ningún tipo de vinculación personal, se han prestado a colaborar en este estudio abriéndome la puerta de sus explotaciones y proporcionándome todos los datos que disponían y que han sido fundamentales para llevar a cabo este estudio. Gracias por dedicarme vuestro tiempo; tiempo robado a vuestros negocios y a vuestras familias.

Por último, tengo que agradecer a mi familia y amigos su apoyo en esta aventura del Grado y su aliento en todo este largo proceso del Trabajo Fin de Grado. Con Migueltxo, Iranzu y Fermín todo ha sido más complicado, pero sin ellos, imposible.

## RESUMEN/ ABSTRACT/ LABURPEN

Los productos que consumimos en el hogar contribuyen a nuestra huella hídrica en mayor medida que el agua que utilizamos directamente en el hogar. Conocer la huella hídrica de dichos productos resulta fundamental tanto para el consumidor como para el productor y los demás eslabones de la cadena alimentaria.

El objetivo de este estudio es evaluar por primera vez la huella hídrica de un queso de oveja, concretamente el queso DOP Roncal. Del análisis se desprende que se consumen 29.123 litros de agua por kg de queso (únicamente 0,21 litros corresponden a la huella hídrica operacional). El 98% de la huella hídrica del queso se debe a la leche y el 99% de la huella hídrica de la leche se debe a la alimentación de las ovejas.

El estudio analiza la evolución de las explotaciones ganaderas en la última década (2004-2013) y cómo han afectado los cambios en las mismas a la huella hídrica del queso.

The products we consume at home contribute to our water footprint greater extent than the water we use directly in the home. To know the water footprint of these products is essential for both the consumer and the producer and the other links in the food chain.

The aim of this study is to evaluate the water footprint of a sheep cheese, specifically cheese DOP Roncal. This is the first study evaluating the water footprint of a sheep cheese. The analysis shows that 29.123 liters of water are consumed per kg cheese (only 0.21 liters correspond to the operational water footprint). 98% of the water footprint of cheese is due to milk and 99% of the water footprint of milk is due to feeding the sheep.

The study analyzes the evolution of the farms in the past decade (2004-2013) and how their changes have affected to the water footprint of the cheese.

Etxean kontsumitzen ditugun produktuek gure ur aztarna laguntzea ura zuzenean erabili dugu etxean baino neurri handiagoa. Ur produktu hauen aztarna ezagutzea bai kontsumitzaile eta ekoizle eta beste elikagaien kateko ezinbestekoa da.

Ikerketa honen helburua, ardi gazta bateko ur aztarna ebaluatzea da, zehazki Erronkariko Gazta ebaluatzeko. Azterketak erakusten 29.123 litro kontsumitzen direla gazta kg bakoitzeko (bakarrik 0,21 litro ur operatiboa aztarna dagozkie). Gaztako ur aztarna % 98 esnearen ondorio da eta esnetako ur aztarna % 99 ardien elikaduraren ondorio da.

Ikerketak ustategien bilakaera analizatzen du azken hamarkadan (2004-2013tan) eta aldaketak nola eragin dien gaztako ur aztarna ere aztertu du.

---

**PALABRAS CLAVE:** Huella hídrica, Queso Roncal, Oveja.

**KEYWORDS:** Water footprint, Roncal Cheese, Sheep

**GAKO HITZAK:** Ur-aztarna, Erronkariko Gazta, Ardia

# ÍNDICE

<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>1.1. EL QUESO D.O.P. RONCAL .....</b>	<b>1</b>
1.1.1. Características del queso D.O.P. Roncal.....	1
1.1.2. Proceso de elaboración del queso D.O.P. Roncal. ....	3
1.1.4. Evolución del reglamento de la D.O.P. Roncal.....	8
1.1.5. Situación actual y perspectivas. ....	11
<b>1.2. HUELLA HÍDRICA.....</b>	<b>13</b>
1.2.1. El concepto de huella hídrica. ....	13
1.2.2. Huella hídrica en productos de origen animal. ....	16
1.2.3. Huella hídrica en quesería.....	19
1.2.4. ¿Por qué es importante evaluar la huella hídrica de un producto?. ....	21
<b>2. EVALUACIÓN DE LA HUELLA HÍDRICA .....</b>	<b>24</b>
2.1. OBJETIVOS Y AMBITO DE APLICACIÓN.....	24
2.2. CONTABILIDAD DE LA HUELLA HÍDRICA DE UN QUESO D.O.P. RONCAL .....	24
2.2.1. Metodología empleada.....	24
<b>3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>33</b>
3.1. Huella hídrica de las explotaciones ganaderas: HH de la oveja y HH de la leche. ...	33
3.2. Huella hídrica del queso DOP Roncal. ....	44
3.3. Evolución de la huella hídrica del queso DOP Roncal. ....	47
<b>5. BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>52</b>
<b>6. ANEXOS .....</b>	<b>59</b>

# 1. INTRODUCCIÓN

## 1.1. EL QUESO D.O.P. RONCAL

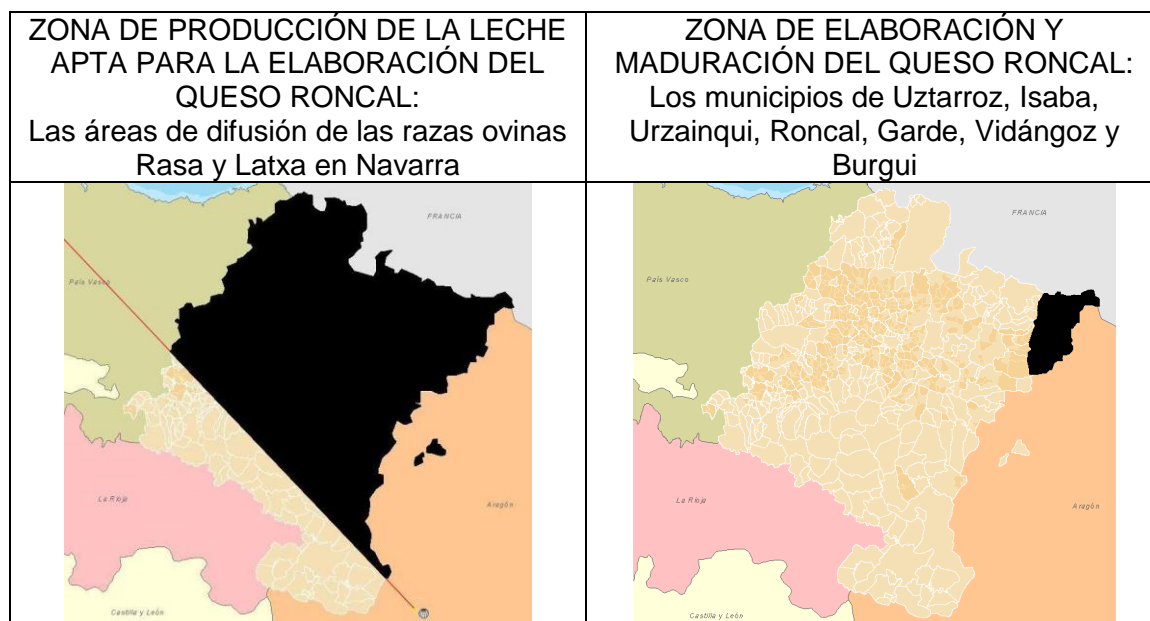
### 1.1.1. CARACTERÍSTICAS DEL QUESO D.O.P. RONCAL.

El queso Denominación de Origen Protegida (D.O.P.) Roncal es un queso duro de pasta prensada y no cocida, elaborado con leche cruda de oveja.

La zona de elaboración y maduración de los quesos está constituida por los municipios de Uztárroz, Isaba, Urzainqui, Roncal, Garde, Vidangoz y Burgui, que forman el Valle del Roncal de Navarra.

La zona de producción de la leche apta para la elaboración del queso D.O.P. Roncal comprende las áreas naturales de difusión de las razas ovinas Rasa y Latxa en Navarra, aunque en el primer reglamento de la denominación de origen Roncal recogido en la Orden de 2 de marzo de 1981 por la que se reglamenta la denominación de origen “Roncal” y su Consejo Regulador (BOE nº 85 de 9 de abril de 1981), se establecían como zonas de producción de leche las áreas naturales de difusión de la raza ovina “Latxa” en Navarra, Álava, Guipuzcoa y Vizcaya y de la raza “Rasa” en Navarra y valles Pirenaicos de Huesca y se consideraban incluidas dentro de la zona de producción las eventuales comarcas de trashumancia de los ganaderos adscritos a la denominación de origen “Roncal”. Mientras que las áreas naturales de difusión de las razas ovinas Rasa y Latxa se acotaron a Navarra de inmediato (Orden Foral de 3 de junio de 1989, por la que se aprueba el Reglamento de la Denominación de Origen “Roncal” y su Consejo Regulador), las comarcas trashumantes se mantuvieron como zonas de producción hasta 2001, año a partir del cual comenzaron las modificaciones del reglamento encaminadas a permitir la elaboración del queso con leche de ovejas de otras razas más productivas y de manejo más intensivo, que podrían establecerse en zonas en las que no había existido una tradición de producción ovina lechera.


**Figura 1.1. Zonas de producción y elaboración del queso D.O.P. Roncal.**



Las características del queso D.O.P. Roncal han permanecido inalteradas a lo largo de las más de tres décadas de historia de la denominación de origen. Los distintos reglamentos han recogido las características organolépticas de este producto: forma, corteza, pasta, poros, textura, olor, gusto y regusto.

También la composición de los quesos se ha mantenido sin cambios, aunque la redacción de los distintos reglamentos ha corregido algunos aspectos como el % de grasa sobre extracto seco, que inicialmente se establecía superior al 60% (extragrasso) y, desde 2001 se establece superior al 45% (graso).

**Figura 1.2. Definición del queso D.O.P. Roncal**

DEFINICIÓN DEL QUESO D.O.P. RONCAL (Pliegos de condiciones de la D.O.P. Roncal y Torre <i>et al</i> , 1998)	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Queso duro de pasta prensada no cocida, elaborado con leche cruda de oveja.</li> <li>▪ Maduro: Maduración mínima de 4 meses contados a partir del salado</li> <li>▪ Composición: <ul style="list-style-type: none"> <li>-&gt;45% de materia grasa sobre extracto seco (graso)</li> <li>-Humedad &lt; 40% (&gt;60% de extracto seco)</li> </ul> </li> </ul>
FORMA	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Cilíndrica, con caras sensiblemente planas o un ligero abombamiento convexo</li> <li>▪ Homogénea y regular</li> <li>▪ Bordes con aristas vivas.</li> <li>▪ Altura: De 8 a 12 cm (en relación al peso)</li> <li>▪ Peso y diámetro: Variables: <ul style="list-style-type: none"> <li>-Pequeño: 0,8-1,3 kg (diámetro 12-14 cm)</li> <li>-Mediano: 1,5-1,7 kg (diámetro 17-19 cm)</li> <li>-Grande: 2,3-3,5 kg (diámetro 20-22 cm)</li> </ul> </li> </ul>
CORTEZA	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Dura, gruesa, áspera al tacto, admitiéndose ligeras señales de los paños o bandejas.</li> <li>▪ No lavada, mohosa de color homogéneo (del gris blanquecino al pardo pajizo)</li> <li>▪ Sin excesivas rugosidades, chancro, grietas o marcas de agentes extraños.</li> </ul>
PASTA	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Dura, de color homogéneo (amarillento pajizo o dorado pálido al corte)</li> <li>▪ Cerco ligeramente oscuro proporcional al tamaño y tiempo de maduración.</li> <li>▪ Ausencia de mohos</li> </ul>
POROS	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Presencia de poros (no ojos) pequeños, irregulares, distribuidos homogéneamente</li> <li>▪ Ausencia de grietas y ojos de gran tamaño.</li> </ul>
TEXTURA	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Firme, elasticidad media en mano, no resquebrajable, granulosidad suave en boca.</li> </ul>
OLOR	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Característico (predominio de la familia láctea, seguida de la familia animal y con posible presencia de descriptores de la familia torrefacta) y agradable, intenso y ligeramente picante.</li> <li>▪ Ausencia de olores extraños</li> <li>▪ Conforme aumenta el tiempo de maduración, la intensidad de olores de la familia animal y torrefacta va aumentando.</li> </ul>
GUSTO	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Característico y equilibrado, ligeramente ácido, leve evolución del sabor picante al madurar, salado de intensidad media y ausencia de amargor y sabores extraños</li> </ul>
REGUSTO	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Persistente, con armonía de sabores evolucionados de la leche de oveja (permanencia del gusto característico y ausencia total de amargor y sabores extraños).</li> </ul>

### **1.1.2. PROCESO DE ELABORACIÓN DEL QUESO D.O.P. RONCAL.**

Un estudio realizado por Torre *et al.* (2006) concluyó que la calificación final de los quesos D.O.P. Roncal era más dependiente de la tecnología de elaboración, del ecosistema de maduración y de la calidad microbiológica de la leche de partida que de las razas ovinas productoras de la leche de partida. El punto 3 del apartado E del pliego de condiciones de la D.O.P. Roncal (Resolución de 16 de febrero de 2009, de la Dirección General de Industria y Mercados Alimentarios, por la que se concedió la protección nacional transitoria a la denominación de origen protegida «Roncal», BOE nº 69 de 21 de marzo de 2009) fue redactado en el mismo sentido, indicándose que *los factores determinantes de las características técnicas y organolépticas del queso amparado por la Denominación de Origen Protegida «Roncal» están basados fundamentalmente en las peculiaridades del sistema de fabricación y en las condiciones propias de la zona de elaboración y maduración del Valle del Roncal.*

Para la obtención de 1 kg de queso suelen emplearse 6,25 litros de leche (rendimiento quesero medio proporcionado por el Consejo Regulador de la D.O.P. Roncal), siguiéndose el proceso de elaboración que recoge el reglamento y que ha sido puntualmente modificado.

La coagulación de la leche es predominantemente enzimática y se provoca mediante la adición de cuajo natural o comercial, utilizándose una dosis tal que ésta se prolongue en el tiempo un máximo de una hora (hasta la modificación del reglamento de 2001, se establecía que el tiempo mínimo de cuajado era de una hora, estableciendo éste reglamento que la coagulación de la leche debía realizarse entre media y una hora).

La temperatura de la cuajada debe oscilar entre 30 y 37°C y debe mantenerse durante los procesos coagulación, cortado y desuerado de la pasta (hasta la modificación del reglamento de 2001, se establecía que la temperatura de la cuajada debía oscilar entre 32 y 37°C).

La cuajada, se corta lentamente, consiguiendo granos homogéneos del tamaño del arroz.

La acción del desuerado se realiza batiendo la masa; a continuación se moldea la cuajada y se somete al prensado, que se realiza a mano, en el mismo molde o en prensa.

El salado se efectúa en seco, a mano o mediante inmersión en salmuera; en este último caso el tiempo de inmersión no será superior a 48 horas.

La maduración de los quesos amparados no será inferior a 4 meses, contados a partir de la terminación del salado, durante este período se aplicarán las técnicas de volteo y limpieza necesarias hasta que el queso adquiriera sus características peculiares.






Son prácticas prohibidas la adición de ácidos sórbico o propiónico y sus sales, cualquier clase o tipo de colorantes, sustancias aromáticas o condimentos y cualquier manipulación que tienda a modificar las características naturales de la corteza y en particular el recubrimiento con ceras, parafinas, sustancias plásticas o colorantes y las prácticas de quemado y ahumado.

Inicialmente, la época de elaboración de los quesos protegidos por la D.O.P. «Roncal» estaba comprendida entre los meses de diciembre a julio, ambos inclusive, pero estaba previsto que el Consejo Regulador podía modificarla como consecuencia de la evolución en el régimen de explotación del ganado, como así ha sucedido.

El Consejo Regulador es el encargado de controlar las queserías inscritas y los locales de maduración y conservación inscritos.

Entre los años 2004-2013 (periodo objeto de estudio), han estado inscritas 6 queserías distintas: una de ellas dejó de comercializar queso D.O.P. Roncal en la campaña 2005, por lo que en la campaña 2013, han sido cinco las queserías inscritas.

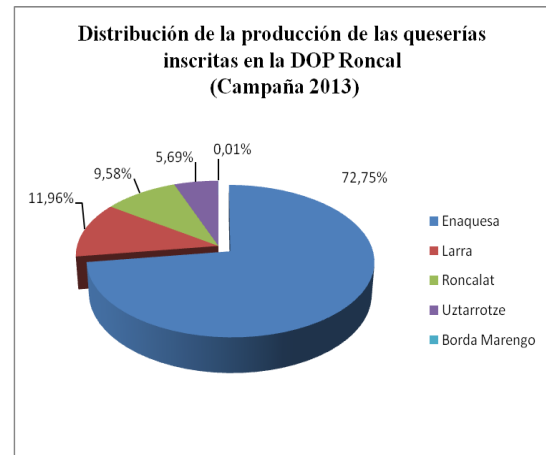
**Figura 1.3. Queserías inscritas en la D.O.P. Roncal y principales marcas comerciales.**

QUESERÍAS INSCRITAS EN LA D.O.P. RONCAL (Campaña 2013)	
EMPRESA	PRINCIPAL MARCA COMERCIAL
<p>ENAUQUESA 31.415- Roncal (Navarra)</p>	<p>RONKARI</p> 
<p>QUESOS LARRA, S.L. Parque Empresarial Valle de Roncal, Parcela 7.2 31412 – Burgui (Navarra) <a href="http://www.quesoslarra.com/">http://www.quesoslarra.com/</a></p>	<p>LARRA</p> 
<p>RONCALAT, S.A. 31413 Vidángoz Navarra</p>	<p>ONKIZU</p> 
<p>B.D. UZTARROTZE, S.L. 31.418- Uztarroz (Navarra) <a href="http://www.quesoroncalekia.com/">http://www.quesoroncalekia.com/</a></p>	<p>EKIA</p> 
<p>HUALDE ITUARTE M.G. Y MARCO GARCÉS J.M.  31.417- Isaba (Navarra)</p>	<p>BORDA MARENGO</p> 



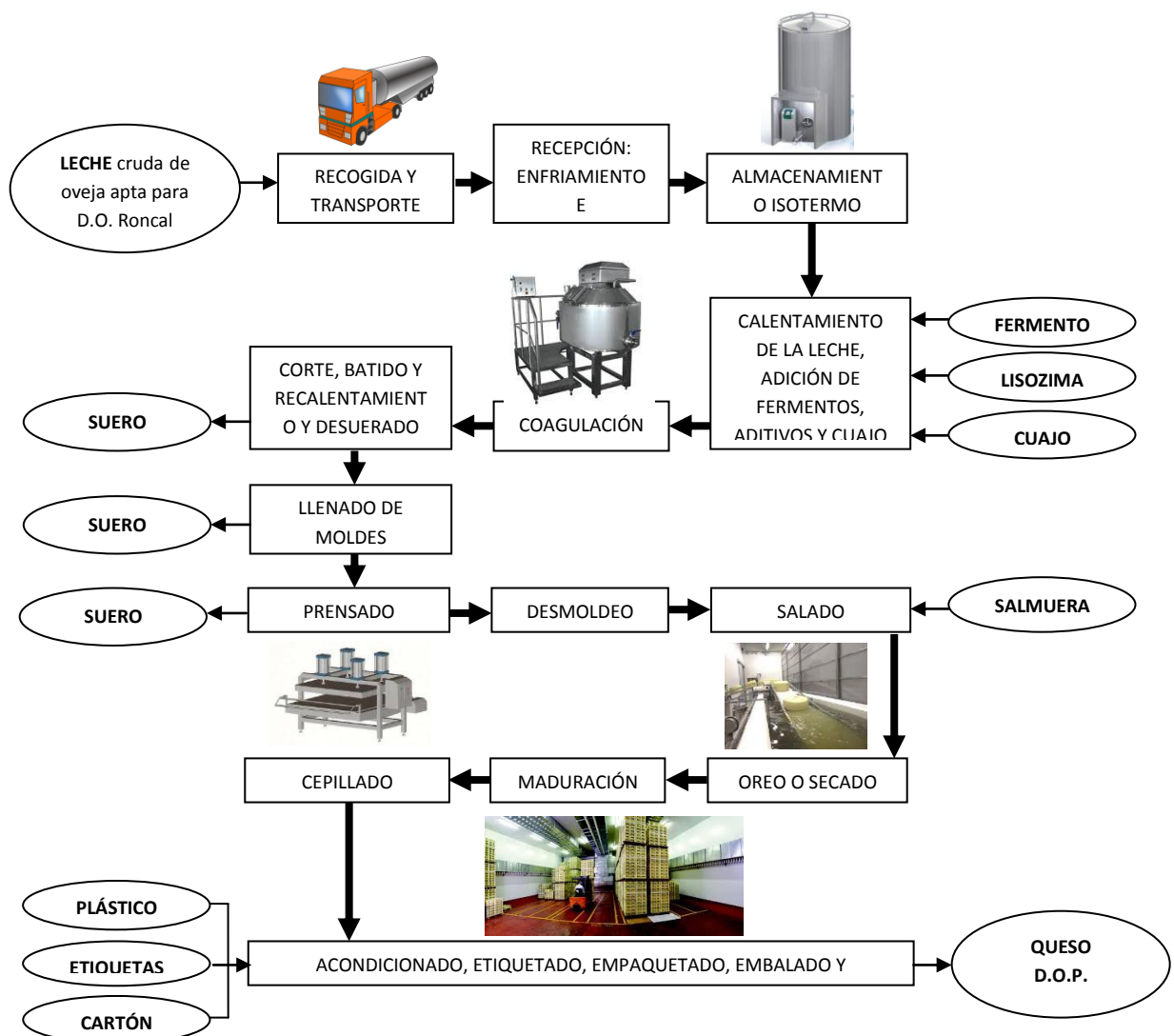
Actualmente, el 99,99% del total de queso que se comercializa bajo la D.O.P. Roncal (504,56 toneladas) se elabora en las cuatro primeras queserías, siendo Enaquesa (la empresa objeto de estudio) la principal productora (elabora el 72,75% del queso D.O.P. Roncal).

**Figura 1.4. Distribución de la producción de las queserías inscritas en la D.O.P. Roncal (Campaña 2013)**



El proceso de elaboración del queso D.O.P. Roncal fabricado en Enaquesa responde al siguiente diagrama de flujo general:

**Figura 1.5. Proceso de elaboración del queso D.O.P. Roncal fabricado en Enaquesa.**



### 1.1.3. La producción de la leche apta para el queso D.O.P. Roncal.

Ancestralmente la elaboración de queso de Roncal se hacía con leche excedente, una vez atendidas las necesidades del cordero, de las ovejas de la raza Rasa, de aptitud cárnica. La producción de queso con base en esta raza, de baja producción lechera, cubría poco más que la demanda del autoconsumo de la población ligada a la actividad. En los años sesenta se introduce la raza Latxa para la producción de leche con destino a la elaboración de queso de Roncal incluyéndose ambas razas en el primer reglamento de la D.O.P. Roncal (Orden de 2 de marzo de 1981 por la que se aprueba el Reglamento de la D.O. "Roncal" y de su Consejo Regulador-BOE nº 85 de 9 de abril de 1981).

A partir de 2001 se inició la búsqueda de animales de mayor producción de leche; inicialmente mediante el cruce F1 de raza Latxa con raza Milchschaft y, posteriormente, mediante la instalación de rebaños de raza Lacaune y raza Assaf, al mismo tiempo que los efectivos de raza Rasa iban desapareciendo y los de raza Latxa disminuyendo.

Durante la última década (2004-2013, época objeto de estudio), han existido numerosas fluctuaciones en el número de explotaciones, efectivos y litros de leche procedentes de unas razas y otras.

**Tabla 1.1. Evolución del número de explotaciones que entregan leche a la D.O.P. Roncal (datos proporcionados por el Consejo Regulador de la D.O.P. Roncal)**

EXPLOTACIONES POR RAZAS (nº)	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Rasa	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rasa y Latxa	1	1	1	2	2	1	0	0	0	0
Latxa	199	186	165	161	143	131	113	125	123	113
<b>TOTAL RASA Y LATXA</b>	<b>201</b>	<b>187</b>	<b>166</b>	<b>163</b>	<b>145</b>	<b>132</b>	<b>113</b>	<b>125</b>	<b>123</b>	<b>113</b>
Latxa y F1 Latxa x Milchschaft	12	11	1	2	1	1	1	2	2	3
Latxa y Lacaune	0	0	20	21	14	19	13	13	14	2
Latxa y Assaf										8
<b>TOTAL REBAÑOS MIXTOS*</b>	<b>12</b>	<b>11</b>	<b>21</b>	<b>23</b>	<b>15</b>	<b>20</b>	<b>14</b>	<b>15</b>	<b>16</b>	<b>13</b>
<b>TOTAL EXPLOTACIONES</b>	<b>213</b>	<b>198</b>	<b>187</b>	<b>186</b>	<b>160</b>	<b>152</b>	<b>27</b>	<b>140</b>	<b>139</b>	<b>126</b>

\*Se consideran mixtas las explotaciones en las que conviven efectivos ovinos cruce F1 Latxa x Milchschaft, Lacaune o Assaf con efectivos ovinos de raza Latxa.

**Tabla 1.2. Evolución del número efectivos de ovino productores de leche en la D.O.P. Roncal (datos proporcionados por el Consejo Regulador de la D.O.P. Roncal)**

EFFECTIVOS DE OVINO (nº de cabezas)	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
<b>RASA</b>	500	60	70	77	27	15	0	0	0	0
<b>LATXA</b> Rebaños Latxa	42.472	40.548	36.801	34.528	32.136	30.514	28.126	30.944	32.191	32.424
<b>LATXA</b> Rebaños mixtos*	2.053	1.948	4.498	5.396	4.187	6.224	4.876	5.557	5.678	4.519
<b>F1 LATXA x MILCHSCHAF</b>	3.271	3.151	355	150	80	330	90	210	225	373
<b>LACAUNE</b>	0	0	5.077	6.947	4.309	5.548	4.324	5.897	5.200	410
<b>ASSAF</b>	0	0								2.264
<b>TOTAL EFFECTIVOS OVINO</b>	<b>48.296</b>	<b>45.707</b>	<b>46.801</b>	<b>47.098</b>	<b>40.739</b>	<b>42.631</b>	<b>37.416</b>	<b>42.608</b>	<b>43.294</b>	<b>39.990</b>

\*Se consideran mixtas las explotaciones en las que conviven efectivos ovinos cruce F1 Latxa x Milchschaft, Lacaune o Assaf con efectivos ovinos de raza Latxa.

**Tabla 1.3. Entregas de leche a las queserías de la D.O.P. Roncal (datos proporcionados por el Consejo Regulador de la D.O.P. Roncal)**

ENTREGAS DE LECHE (kilolitros)	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
EXPLOTACIONES RASA Y LATXA	2.313	2.176	1.994	1.953	1.705	1.426	941	1.710	1.619	2.036
EXPLOTACIONES MIXTAS*	421	685	602	536	471	1.202	1.465	1.337	963	1.118
<b>TOTAL (kilolitros)</b>	<b>2.734</b>	<b>2.861</b>	<b>2.596</b>	<b>2.489</b>	<b>2.176</b>	<b>2.628</b>	<b>2.406</b>	<b>3.047</b>	<b>2.582</b>	<b>3.154</b>

\*Se consideran mixtas las explotaciones en las que conviven efectivos ovinos cruce F1 Latxa x Milchschaaf, Lacaune o Assaf con efectivos ovinos de raza Latxa. La leche obtenida en estos rebaños mixtos procede, por tanto, de todas las ovejas que se ordeñan en la explotación (tanto cruce F1 Latxa x Milchschaaf, Lacaune o Assaf como Latxa).

La diferencias en cuanto a la capacidad productiva de leche de las distintas razas es evidente (MAGRAMA, 2015): Las ovejas de raza Rasa producen la leche necesaria para amamantar al cordero durante la época de cría, estimándose unos 40 días de lactación, las de raza Latxa producen una media de 180 kg/lactación (media de 140 días de lactación), las de raza Lacaune una media de 350 kg/lactación (media de 150 días de lactación) y las de raza Assaf una media de 400 kg/lactación (media de 180 días de lactación)

Pero es en el **manejo** que se hace de las distintas razas ovinas donde reside la principal diferencia. Así, en las explotaciones mixtas, los efectivos de razas Lacaune o Assaf permanecen estabulados a lo largo de todo el año y suelen establecerse 2 o más épocas de parto para mantener la producción de leche a lo largo de todo el año. Los efectivos de raza Latxa de estas explotaciones, sin embargo, siguen el sistema tradicional de manejo que llevan las explotaciones que únicamente trabajan con efectivos de esta raza. Este sistema se basa en una producción estacional de leche (que se prolonga en el tiempo alrededor de 6 meses), adaptada a la estacionalidad reproductiva de los animales (las cubriciones se realizan entre junio y agosto con partos entre noviembre y enero) y a la disponibilidad de pasto. El ordeño de las ovejas Latxas comienza tras la retirada del cordero, que permanece con la oveja hasta alcanzar un peso vivo de 11 kg (20-25 días) (Lana y Lasarte, 2012).

Las ovejas Lacaune y Assaf, sin embargo, se ordeñan desde el momento del parto; en algunos casos porque la cría se alimenta con leche artificial y, en el resto, porque la oveja produce más leche que la que necesita la cría. El ordeño, en este caso, es siempre mecánico.

El sistema de explotación de la oveja Latxa es semi-extensivo, con aprovechamiento de pastos, pudiendo encontrarse algunas variantes en función de la disponibilidad de estos (Eguinoa y Lasarte, 2013):

-Sistema en valle: El ordeño se realiza en el valle en torno a granjas y pueblos. Las ovejas se estabulan para los partos y así permanecen hasta primavera, época en la que se inicia el pastoreo en las praderas del valle, aunque los animales se recogen para la noche. Al final de la lactación, la alimentación se realiza sólo con pasto natural suplementado con algo de pienso.

-Sistema valle-sierra: El sistema es similar al del valle, hasta los meses de Abril o Mayo, en los que las ovejas suben a pastos naturales situados a más de 1000 metros de altitud, donde son pastoreados permanentemente, sin ser estabuladas durante la noche. En Navarra existen explotaciones que siguen ordeñando en la Sierra (y que elaboran su propio queso); sin embargo, las explotaciones ovinas que entregan su leche para la elaboración del queso D.O.P. Roncal y aprovechan pastos en altura lo hacen una vez finalizada la época de ordeño.

#### **1.1.4. EVOLUCIÓN DEL REGLAMENTO DE LA D.O.P. RONCAL.**

El queso Roncal fue el primero en acogerse a una Denominación de Origen en España, en el año 1981 (Orden de 2 de marzo de 1981 del Ministerio de Agricultura por la que se reglamenta la denominación de origen “Roncal” y su Consejo Regulador -BOE nº 85 de 9 de abril de 1981).

El reglamento establece ciertos aspectos que hacen que esta denominación de origen sea un tanto peculiar y que han provocado, a lo largo de sus más de treinta años de andadura, varias y controvertidas modificaciones del mismo.

Según su definición, una “denominación de origen” es el nombre de una región que sirve para designar un producto alimenticio originario de dicha región, cuya calidad o características se deben fundamental o exclusivamente al medio geográfico con sus factores naturales y humanos y cuya producción, transformación y elaboración se realicen en la zona geográfica delimitada (Reglamento (CE) nº 510/2006 del Consejo de 20 de marzo de 2006 sobre la protección de las indicaciones geográficas y las denominaciones de origen de los productos agrícolas y alimenticios- DOUE L 93/12 de 31 de marzo de 2006).

En la denominación de origen “Roncal” la zona de transformación y elaboración es el Valle de Roncal, pero la zona de producción de la leche necesaria para la obtención del producto, aunque incluye este valle, comprende una región más amplia que inicialmente incluía las áreas naturales de difusión de la raza ovina «Latxa», en Navarra, Álava, Guipúzcoa y Vizcaya y de la «Rasa» en Navarra y Valles Pirenaicos de Huesca y las eventuales comarcas de trashumancia y que fue acotada a las áreas naturales de difusión de la raza ovina “Latxa” en Navarra.

La desvinculación de la zona de producción de la leche con la zona de transformación ha sido y es casi total. Echeverría (1988) indicaba que únicamente se hacía queso artesano con leche de ovejas rasas en dos muideras, ordeñándose 320 ovejas, frente a las más de 30.000 que se ordeñaban en los años 20. En 2013, en el valle de Roncal únicamente existían 2 explotaciones de ovino cuya leche se destinaba a la elaboración del queso D.O.P. Roncal, frente a las 109 explotaciones del resto de Navarra. Esta desvinculación coincide con la existente entre el productor y transformador que, aunque se necesitan, no siempre caminan en el mismo sentido.

Las queserías adscritas a la denominación de origen Roncal han sido siempre pocas (en 2013 eran 5 queserías) concentrándose la mayor parte de la producción (alrededor del 75% de la misma) en una única quesería. Esto, unido a una demanda de queso superior a la oferta ha hecho que, salvo pequeñas rectificaciones relativas a la elaboración y el producto, las modificaciones más profundas del reglamento se hayan debido a las razas aptas para la producción de leche.

El reglamento inicial de 1981, ratificado en 1991, establecía que la leche destinada a la elaboración de queso con denominación de origen “Roncal” debía proceder de ovejas de raza Latxa y Rasa pero en su artículo 5.4. indicaba lo siguiente: “El Consejo Regulador podrá proponer al Instituto Nacional de Denominaciones de Origen que sean autorizadas nuevas razas procedentes de cruzamientos de las razas «Rasa» y «Lacha» con otras que, previos los ensayos y experiencias convenientes, se compruebe producen leche de calidad apta para la elaboración y maduración de quesos protegidos”. Así, en 2001, se permitió además la elaboración de queso con leche de ovejas cruce F1 Latxa x Milchschaft.

Este fue el inicio de un recorrido imparable de introducción de razas ovinas foráneas de mayor producción de leche. La resolución de 16 de febrero de 2009, de la Dirección General de

Industria y Mercados Alimentarios concedía la protección nacional transitoria a la D.O.P. Roncal (BOE 69 de 21 de marzo de 2009) y regularizaba, hasta el pronunciamiento de la Comisión Europea, la última modificación de su Pliego de Condiciones, que permitía que la leche destinada a la elaboración del queso procediese de las razas Rasa, Latxa, Assaf, Lacaune y los cruces entre sí (Resolución 1731/2008, de 10 de octubre, del Director General de Desarrollo Rural, por la que se aprueba la modificación del Pliego de Condiciones de la D.O.P. Roncal-BON nº 132 de 29 de octubre de 2008).

Sin embargo, a finales de 2009, la Comisión comunicó al Ministerio de Medio Ambiente Medio Rural y Marino, su rechazo a la solicitud de modificación, fundamentalmente porque entendía que estas razas introducidas no mantenían la misma vinculación al medio geográfico y sus factores naturales que el que mantienen las razas Latxa y Rasa.

En 2010 se redactó un nuevo Pliego de Condiciones (<http://www.navarra.es/NR/rdonlyres/E04A0F92-7922-42E2-A2BA-EEA2D24C8527/223122/PliegoDOPRONCAL184122.pdf>) que fue enviado al Ministerio y trasladado a la Comisión Europea en el que se establecía que la leche destinada a la elaboración de queso D.O.P. Roncal debía proceder al menos en un 65% de ovejas de las razas Latxa y Rasa y como máximo en un 35% de ovejas de la raza Assaf. La solicitud de ésta última modificación, se publicó en el DOCE C294/08 de 29 de septiembre de 2012, a efectos de iniciar el procedimiento de oposición comunitaria. Durante los 6 meses previstos para ello, la ODG Ossau- Iraty mostró su oposición y así se lo comunicó la Comisión a las autoridades españolas el 8 de mayo de 2013.

Pero fue el acuerdo, de 2 de junio de 2014 del recién renovado Consejo Regulador de la D.O.P. Roncal, de retirar la modificación del reglamento el que provocó el archivo del expediente de modificación (el 10 de octubre de 2014) y la posterior conclusión del procedimiento con la derogación de la protección nacional transitoria mediante Resolución de 27 de noviembre de 2014 (BOE nº 308 de 22 de diciembre de 2014).

Por tanto, en la actualidad, el queso D.O.P. Roncal debe ser elaborado exclusivamente con leche de oveja Latxa o Rasa (aunque la leche de ésta última raza dejó de utilizarse definitivamente en el año 2004).

**Figura 1.6. Hitos en la evolución de la D.O.P. Roncal y su reglamento.**



### 1.1.5. SITUACIÓN ACTUAL Y PERSPECTIVAS.

Actualmente (campana 2013) se fabrican 504,56 toneladas/año de queso D.O.P. Roncal en 5 queserías inscritas, empleándose para ello 3.153.495 litros de leche cruda de oveja procedente de 126 explotaciones. Las queserías inscritas apenas han variado a lo largo del periodo objeto de estudio (2004-2013), apreciándose los principales cambios en el número de explotaciones y la procedencia de la leche (la raza ovina de la que se ha obtenido), la cantidad de leche producida por campana y, en consecuencia, las toneladas de queso obtenidas.

**Tabla 1.4. Datos de producción del queso D.O.P Roncal (proporcionados por el Consejo Regulador)**

	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Queso (Tm)	437,47	456,74	415,44	398,21	348,14	420,54	384,91	487,48	413,06	504,56
Queserías (nº)	5	4	4	4	4	4	4	4	5	5
Total leche (kilolitros)	2.734	2.861	2.596	2.489	2.176	2.628	2.406	3.047	2.582	3.154
% leche rebaños Latxa	84,6	76,0	76,8	78,5	78,4	54,3	39,1	56,1	62,7	64,6
% leche rebaños mixtos*	15,4	24,0	23,2	21,5	21,6	45,7	60,9	43,9	37,3	35,4
Explotaciones ovinas (nº)	213	198	187	186	160	152	127	140	139	126
% explotaciones Latxa	94,4	94,4	88,8	87,6	90,6	86,8	89,0	89,3	88,5	89,7
% explotaciones mixtas*	5,6	5,6	11,2	12,4	9,4	13,2	11,0	10,7	11,5	10,3

\*Se consideran mixtas las explotaciones en las que conviven efectivos ovinos cruce F1 Latxa x Milchschaft, Lacaune o Assaf con efectivos ovinos de raza Latxa. La leche obtenida en estos rebaños mixtos procede, por tanto, de todas las ovejas que se ordeñan en la explotación (tanto cruce F1 Latxa x Milchschaft, Lacaune o Assaf como Latxa).

Dejando aparte las fluctuaciones de datos debidas a las modificaciones del reglamento, parece claro que, por un lado, las queserías inscritas en la D.O.P. Roncal son empresas consolidadas con capacidad para transformar toda la leche apta que se produzca y, por otro, las explotaciones que entregan la leche a estas queserías siguen un imparable descenso en número (en sólo diez años se han reducido casi a la mitad).

Un dato llamativo en estos últimos años es la procedencia de la leche que se transforma en queso D.O.P. Roncal; mientras que el número de rebaños que trabajan únicamente con raza Latxa se ha mantenido constante respecto al número de rebaños mixtos (siendo aproximadamente el 90% explotaciones ovinas de raza Latxa), el porcentaje de leche procedente de estos rebaños se redujo de un 84,6% en 2004 hasta un 39,1% en 2010, recuperándose esta cifra únicamente hasta un 64,6% en 2013.

Por tanto, durante los últimos 10 años, las explotaciones ovinas de raza Latxa han reducido considerablemente sus entregas a la D.O.P. Roncal (aunque la tendencia de los tres últimos años es a aumentarlas), mientras que las explotaciones mixtas, a excepción de los últimos tres años, han aumentado exponencialmente sus entregas de leche. En 2013, únicamente 13 explotaciones

mixtas entregaron el 36,4% de la leche empleada para la fabricación de queso D.O.P. Roncal, frente a las 100 explotaciones de raza Latxa que entregaron el 64,6% restante.

En este contexto, la retirada de la modificación del reglamento, exige que la leche destinada a la elaboración proceda únicamente de explotaciones de raza Latxa. Una explotación ganadera no puede ser reconducida en unos meses, y la mejora de la producción en una raza autóctona es limitada y costosa, lo que hace prever cierto desabastecimiento de las queserías.

A esto debe sumarse lo indicado por Lana y Lasarte (2012): En la campaña 2009-2011, la edad media de los titulares de las explotaciones ovinas de Navarra es de 58,42 años y únicamente un 23% de total de explotaciones prevén relevo generacional. Al ser encuestados sobre sus previsiones a 10 años, sólo el 18% tenía previsto aumentar o mejorar su producción, mientras que el 56% tenía previsto mantenerse igual y un 31% tenían previsto disminuir la producción o abandonar la actividad.

En cualquier caso y, sin olvidar otro dato que aportan los autores anteriormente citados (en Navarra sólo el 16% de las explotaciones es mixta o de otras razas, pero produce el 65% de la leche de oveja que se produce), los rebaños de ovejas latxas navarros produjeron en la campaña 2009-2010, 5.018.908 litros (de los que la D.O.P. Roncal únicamente transformó 941.059 litros (una quinta parte). Teniendo en cuenta que el 85% de la leche ordeñada en Navarra se destina a industria (sólo el 15% transforman en la propia explotación), existe cierto margen para aprovisionamiento de leche de oveja Latxa, aunque esta leche también es demandada para la elaboración del queso D.O.P. Idiazabal.



## 1.2. HUELLA HÍDRICA

### 1.2.1. EL CONCEPTO DE HUELLA HÍDRICA.

La producción de bienes y servicios requiere generalmente agua (Hoekstra, 2003). Se necesita una gran cantidad de agua para beber, cocinar y lavar. Sin embargo, se utiliza todavía más agua en la producción de bienes como por ejemplo alimentos, prendas de algodón o biocombustibles.

A principios de los 90, el catedrático Tony Allan introdujo el concepto de “AGUA VIRTUAL” cuando estudiaba la posibilidad de importar agua virtual como una solución parcial a los problemas de escasez de agua en el Medio Oriente (Allan, 1993, 1994).

El **AGUA VIRTUAL**, también denominada “agua embebida”, es el agua “encarnada” en un producto, no en sentido real, sino en sentido virtual. Se refiere al agua utilizada en el proceso de producción de un producto agrícola o industrial y depende de las condiciones de producción, incluyendo el lugar y el momento de producción y la eficiencia en el uso del agua.

El concepto de “HUELLA HÍDRICA” se introdujo por Hoekstra en 2002 (Hoekstra, 2003) y puede ser una fuerte herramienta para mostrar a la gente sus impactos sobre los recursos naturales, en analogía con la “Huella Ecológica”<sup>\*</sup> y con la “Huella de Carbono”<sup>\*</sup>.

La **HUELLA HÍDRICA** es un indicador multidimensional, que muestra los volúmenes de consumo de agua por fuente y los volúmenes de contaminación por tipo de contaminación; todos los componentes de la huella hídrica total se especifican geográficamente y temporalmente (Hoekstra *et al.*, 2011). Se puede estimar a diferentes niveles como se indica a continuación:

La **HUELLA HÍDRICA DE UNA ETAPA DEL PROCESO** es el componente básico de todas las cuentas de huella hídrica, ya que:

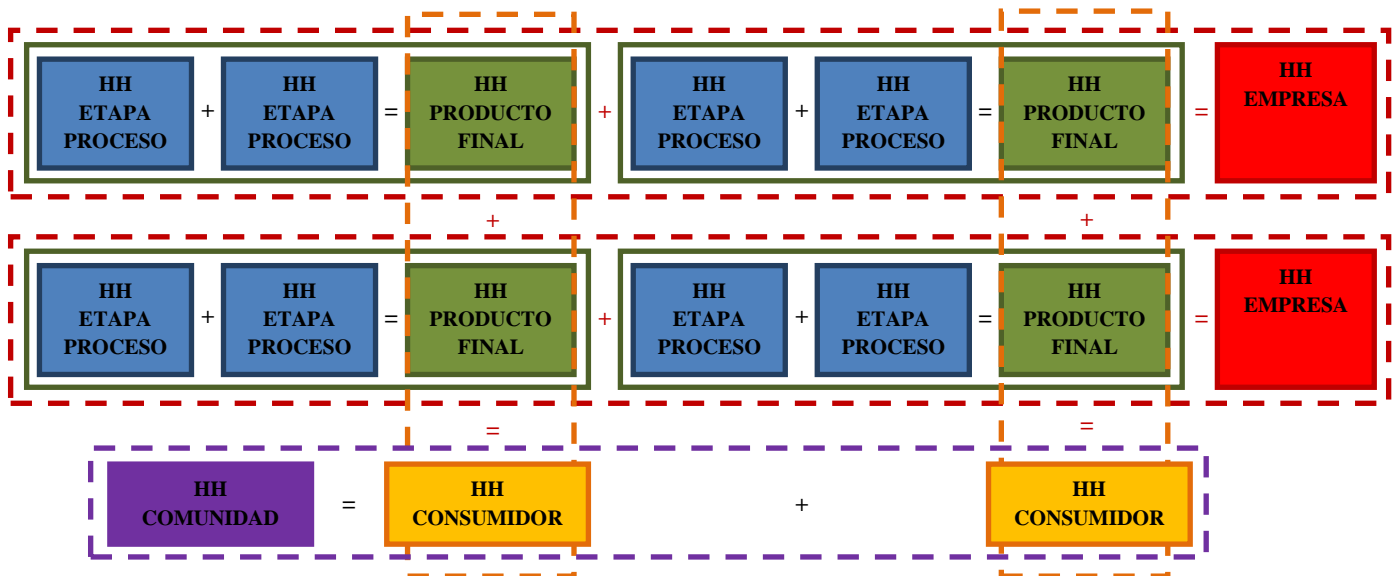
- La **HUELLA HÍDRICA DE UN PRODUCTO** intermedio o final es el conjunto de las huellas hídricas de las distintas etapas relevantes del proceso de producción del producto
- La **HUELLA HÍDRICA DE UN CONSUMIDOR INDIVIDUAL** es función de las huellas hídricas de los diferentes productos que consume.
- La **HUELLA HÍDRICA DE UNA COMUNIDAD DE CONSUMIDORES** es la suma de las huellas hídricas individuales de los miembros de esa comunidad.
- La **HUELLA HÍDRICA DE UNA EMPRESA** es la suma de las huellas hídricas de los productos que ofrece esa empresa.

---

<sup>\*</sup>La “HUELLA ECOLÓGICA” fue definida originalmente como una medida de la cantidad de tierra ecológicamente productiva y el agua necesaria para abastecer una actividad específica con los recursos consumidos y el dióxido de carbono generado (Wackernagel y Rees, 1996; Monfreda *et al.*, 2004 en Fang *et al.*, 2014). Recientemente, ha sido desplazada para medir el uso de tierra que se requiere para las actividades de una población que tienen lugar en la biosfera, en un año determinado, teniendo en cuenta la tecnología prevaleciente y la gestión de recursos de ese año (Bastianoni *et al.*, 2012;.. Borucke *et al.*, 2013 en Fang *et al.*, 2014).

<sup>\*</sup>La “HUELLA DE CARBONO” se define como la cantidad de emisiones de CO<sub>2</sub>- equivalente causadas directa e indirectamente por una actividad (Wiedmann y Minx, 2008 en Fang *et al.*, 2014).

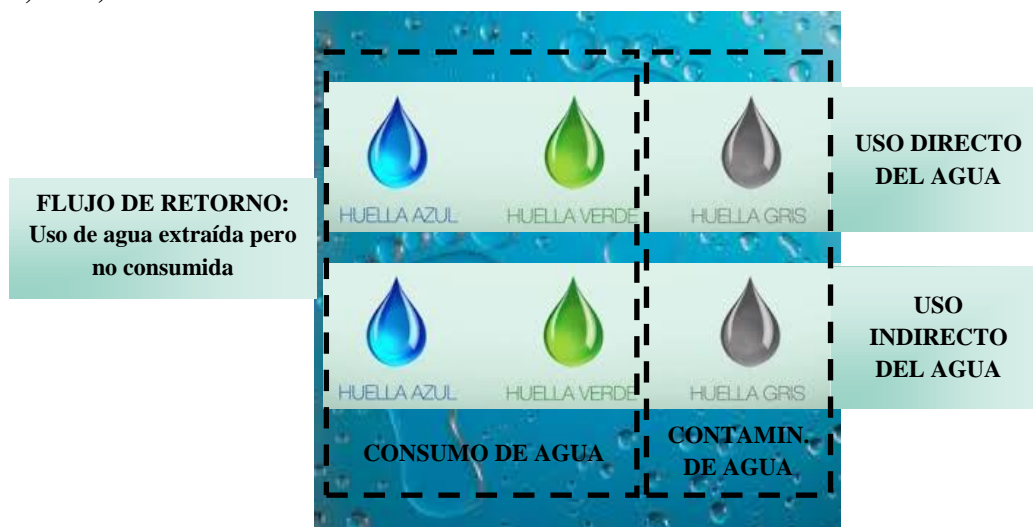
**Figura 1.7. Relación entre los diferentes tipos de huella hídrica (elaboración propia a partir de las definiciones del Manual de Evaluación de la Huella Hídrica- Hoekstra *et al.*, 2011).**



La huella hídrica se descompone en tres componentes (Hoekstra *et al.*, 2011):

- La **HUELLA HÍDRICA AZUL** se refiere al consumo de recursos de agua azul (agua superficial y subterránea) a lo largo de la cadena de suministro de un producto. El consumo se refiere a la pérdida de agua del total de agua superficial y subterránea en un área de captación, que ocurre cuando el agua se evapora, es incorporada en un producto o retorna a otra área de captación o al mar.
- La **HUELLA HÍDRICA VERDE** se refiere al consumo de recursos de agua verde (agua de lluvia acumulada en el suelo y en la humedad del suelo).
- La **HUELLA HÍDRICA GRIS** se refiere a la contaminación y se define como el volumen de agua dulce que se requiere para asimilar la carga contaminante basada en los estándares de calidad del agua ambientales.

**Figura 1.8. Componentes de la huella hídrica: Huella hídrica azul, verde y gris (Hoekstra *et al.*, 2011)**

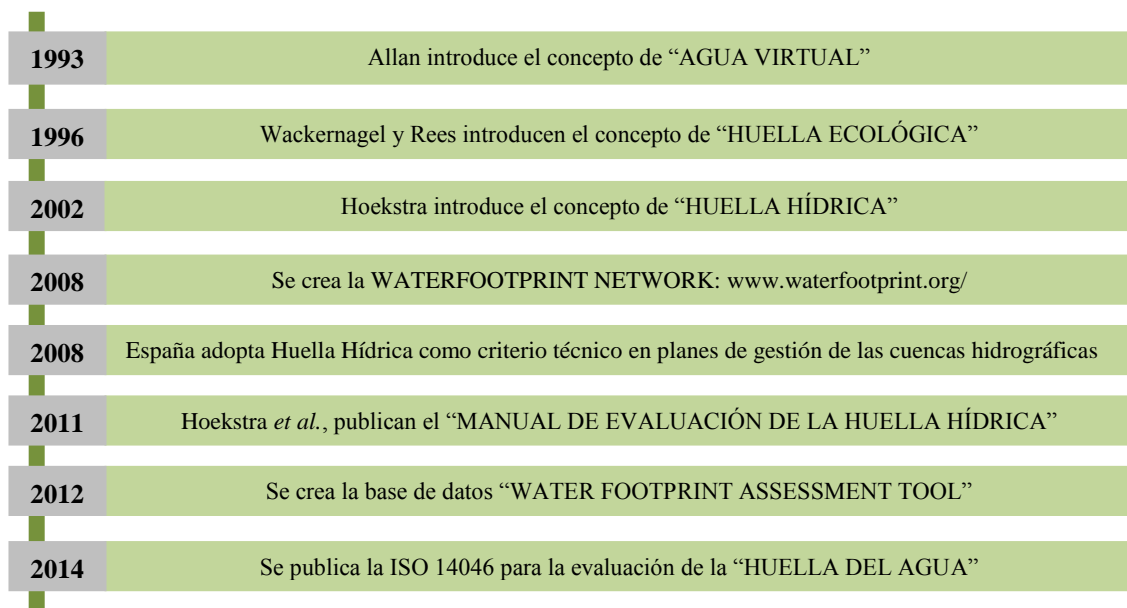


En 2003, Hoekstra, afirmaba que, hasta el momento, ningún investigador en el campo del agua virtual había tomado el enfoque del “análisis de ciclo de vida” (considerando los efectos que un producto tiene sobre el medioambiente a lo largo del periodo entero de su ciclo de vida, incluyendo el agua aplicada en las fases de uso y residuo del producto); pues bien, el 1 de Agosto de 2014 ha sido aprobada la Norma ISO 14046 con principios, requisitos y directrices para una correcta evaluación de la Huella de Agua de productos, procesos y organizaciones, a partir del análisis de su ciclo de vida (ACV).

La Norma ISO 14046 define la **HUELLA DE AGUA** como una(s) métrica(s) que cuantifica(n) los posibles impactos ambientales relacionados con el agua, dejando fuera del alcance los impactos económicos y sociales, mientras que otros esquemas se centran en la cuantificación/inventario del agua consumida (Aldaya *et al.*, 2014).

El objeto de la norma no es comparar los resultados obtenidos a través de la misma ni el etiquetado ambiental de productos, procesos u organizaciones, sino permitir la identificación de oportunidades de reducción de los impactos ambientales sobre el agua y mejorar y optimizar el uso del agua en la elaboración de productos, en la gestión de procesos y en las organizaciones (Aldaya *et al.*, 2014).

**Figura 1.9. Hitos en la evolución del concepto de Huella Hídrica.**



### 1.2.2. HUELLA HÍDRICA EN PRODUCTOS DE ORIGEN ANIMAL.

Las valoraciones más completas de la huella hídrica de animales y productos de origen animal han sido desarrolladas por Chapagain y Hoekstra (2003, actualizada en 2004) y Mekonnen y Hoekstra, 2010b y 2012).

Mekonnen y Hoekstra (2010b) definieron la huella hídrica de un animal al final de su vida como el volumen total de agua que emplea para el crecimiento y procesado de su alimento, para proporcionar su agua de boca y para limpiar sus alojamientos y similares y estimaron que la producción animal mundial requiere alrededor de 2.422 Gm<sup>3</sup> de agua por año. La mayoría de esta agua (el 98%) se refiere a la huella hídrica de la alimentación de los animales. El agua de boca de los animales, el agua de servicio y el agua de mezcla de la comida suponen sólo el 1,1, el 0,8 y el 0,03%, respectivamente.

Mientras que para producir 1 kg de grano necesitamos entre 1.000 y 2.000 kg de agua, para producir 1 kg de carne de ternera necesitamos un promedio de 16.000 kg de agua; los productos de granja contienen entre 5 y 20 veces más agua por kilogramo que los cultivos (Chapagain y Hoekstra, 2003). En la misma línea, Ercin *et al.* (2011a) mostraron que la leche y las hamburguesas de soja (origen vegetal) tienen huellas hídricas mucho más pequeñas que su equivalente de origen animal. La huella hídrica de la leche de soja es el 28% de la huella hídrica de la leche de vaca y la huella hídrica de una hamburguesa de soja es el 7% de la huella hídrica de una hamburguesa de carne.

El tamaño y las características de la huella hídrica de los productos de origen animal varían según los tipos animales y sistemas de producción (Water Footprint Network, 2015). Dado que los parámetros de producción animal como la composición del alimento, los volúmenes de agua de boca y de servicios y los rendimientos productivos dependen del tipo de sistema de producción, Chapagain y Hoekstra (2003), distinguieron en su estudio tres tipos de sistemas de producción recomendados por la FAO: extensivo, mixto e industrial.

También Mekonnen y Hoekstra (2010b) afirmaron que el tipo de sistema de producción influenciaba a los tres factores principales que afectan a la huella hídrica de los productos de origen animal: Eficiencia en la conversión del alimento (cantidad de alimento para producir una cantidad de carne, huevos o leche), composición (cociente entre concentrados y forrajes y porcentaje entre componentes de cosecha de valor y residuos de cosecha en el concentrado) y origen del alimento. Gerbens-Leenes *et al.* indicaron en 2011 que, detrás de la huella hídrica de aves, cerdos y vacuno había dos principales factores: eficiencia de la conversión del alimento y la composición del mismo, dependiendo el efecto neto de la importancia relativa de los dos factores, que es diferente por tipo de animal y país. En el estudio realizado en 2013 añadieron el país de origen del alimento como tercer factor.

Los estudios anteriormente citados de Chapagain y Hoekstra (2003, 2004) y Mekonnen y Hoekstra (2010b, 2012) arrojan datos acerca de la huella hídrica del sector ovino y sus productos primarios. Sin embargo, ambos estudios consideran que la única orientación de este tipo de ganado es la de producción de carne, por lo que no tienen en cuenta las ovejas de producción lechera y la producción de leche. En ambos estudios ha sido excluida la lana (que constituye, junto con la carne y la leche, los productos primarios de las explotaciones ovinas objeto de este estudio) y se tienen en cuenta pieles y cuero; productos que proceden de los ejemplares ovinos, pero por los que el ganadero, hoy día, no está percibiendo ingresos, ya que se gestionan desde los mataderos.

A pesar de las limitaciones de ambos trabajos, los resultados de estos estudios previos aportan datos útiles sobre el comercio de agua virtual y huella hídrica para el ovino:

-Chapagain y Hoekstra (2003) estimaron que el sector ovino suponía un 5,4% del comercio global de agua virtual de productos de origen animal. La huella hídrica de un ovino a la edad de sacrificio en un sistema industrial suponía 6074 m<sup>3</sup>/T, frente a 5.817 m<sup>3</sup>/T en un sistema mixto y 6.435 m<sup>3</sup>/T en un sistema extensivo, siendo el promedio mundial de 6.049 m<sup>3</sup>/T y el dato para España de 5.935 m<sup>3</sup>/T (periodo datos 1995-1999). En 2004, Chapagain y Hoekstra para el periodo de datos comprendido entre 1997 y 2001, estimaron que la huella hídrica del ovino, promedio mundial fue de 6.143 m<sup>3</sup>/T y el de España de 6.532 m<sup>3</sup>/T. Para las canales de cordero estimaron 6.339 m<sup>3</sup>/T y para las canales de oveja 9.090 m<sup>3</sup>/T (periodo datos 1995-1999). Para el periodo de datos comprendido entre 1997 y 2001 estimaron 7.156 m<sup>3</sup>/T de huella hídrica para las canales de cordero y 10.262 m<sup>3</sup>/T para las canales de ovino.

-Mekonnen y Hoekstra (2010b), utilizando información más detallada y modelos con una resolución espacial más alta, determinaron, para el periodo de datos 1996-2005, que la huella hídrica del sector ovino únicamente suponía un 3% de la huella hídrica total de productos de origen animal. La huella hídrica de un ovino a la edad de sacrificio (promedio mundial) era de 4.519 m<sup>3</sup>/T y para España de 4.791 m<sup>3</sup>/T (4.499 m<sup>3</sup>/T de huella hídrica verde, 291 m<sup>3</sup>/T de huella hídrica azul y 1 m<sup>3</sup>/T de huella hídrica gris) (sólo se tuvo en cuenta el sistema mixto). Para las canales de cordero en sistema mixto en España estimaron una huella hídrica de 5.620 m<sup>3</sup>/T (5.267 m<sup>3</sup>/T de huella hídrica verde, 352 m<sup>3</sup>/T de huella hídrica azul y 1 m<sup>3</sup>/T de huella hídrica gris) y para las canales de oveja 8.770 m<sup>3</sup>/T (8.219 m<sup>3</sup>/T de huella hídrica verde, 549 m<sup>3</sup>/T de huella hídrica azul y 2 m<sup>3</sup>/T de huella hídrica gris).

**Tabla 1.5. Huella hídrica de la producción ovina según distintos autores.**

	Chapagain y Hoekstra (2003) Período 1995-1999	Chapagain y Hoekstra (2004) Período 1997-2001	Mekonnen y Hoekstra (2010b) Período 1996-2005	
HH ovino edad sacrificio (promedio mundial) (m <sup>3</sup> /T)	6.049	6.143	4.519	
HH ovino edad sacrificio (España) (m <sup>3</sup> /T)	5.935	6.532	4.791	4.499 (93,90%)
				291 (6,08%)
				1 (0,02%)
HH canales cordero (España) (m <sup>3</sup> /T)	6.339	7.156	5.620	5.267 (93,72%)
				352 (6,26%)
				1 (0,02%)
HH canales oveja (España) (m <sup>3</sup> /T)	9.090	10.262	8.770	8.219 (93,72%)
				549 (6,26%)
				2 (0,02%)

El único estudio que tiene en cuenta el ovino lechero es el realizado por Rodríguez *et al.* (2009) para la ganadería española en el período 1997-2006, aunque los datos que aporta se refieren conjuntamente al ovino de carne y el ovino de leche. Estos autores cuantifican la huella hídrica de la ganadería española en 60.388 Mm<sup>3</sup> para el año 2004 (el agua de bebida y servicios únicamente supuso 260 Mm<sup>3</sup>, el 0,4%) y la huella hídrica del sector ovino en 6.400 Mm<sup>3</sup> (un 10% del total). Para Navarra, la huella hídrica de la ganadería la cuantificaron en 1.246 Mm<sup>3</sup> (un 2% del total estatal) y la huella hídrica del sector ovino en 249 Mm<sup>3</sup> (el 20% de la huella hídrica de la ganadería navarra y un 0,4% de la ganadería a nivel estatal).

Del estudio de la huella hídrica de la ganadería española, se observa que España es exportadora de agua virtual en productos ganaderos, pero parte de esa agua procede de productos previamente importados (aproximadamente el 50% de su huella hídrica se debe a la importación de productos agrícolas para alimentación animal). La producción anual de piensos supuso, en el año 2004, una huella hídrica de 24.755 Mm<sup>3</sup>; sin embargo, únicamente 1.537 Mm<sup>3</sup> fueron para el sector ovino (un 6%, frente al 53,6% que se destinaron al sector porcino). La huella hídrica de

la producción de pienso en Navarra para 2004 fue de 893 Mm<sup>3</sup>, sólo el 4% (67 Mm<sup>3</sup>) corresponde al sector ovino. Esto es así por la importancia que tienen los pastos en la alimentación ovina.

Ridoutt *et al.* (2012) analizaron la huella hídrica de la producción de carne bovina bajo sistemas de producción distintos y concluyeron que no puede afirmarse de forma general que la producción de carne o la producción animal es una de las causas de escasez de agua; debe especificarse el sistema de manejo, ya que existe gran variabilidad entre ellos y los sistemas de producción de bajos insumos basados en los aprovechamientos de pastos, tienen poco impacto en los recursos de agua dulce.

También Zonderland-Thomassen *et al.* (2013) en su análisis de huella hídrica de ganadería bovina y ovina de Nueva Zelanda utilizando el enfoque del ciclo de vida, dividieron las granjas objeto de estudio en siete clases diferenciadas; los resultados mostraron una gran variabilidad tanto en la huella del agua por escasez como en la huella del agua por eutrofización en bovino y ovino entre las distintas clases de granjas, que pueden atribuirse a su ubicación y a factores derivados del manejo.

El aumento previsto en la producción y consumo de productos animales es probable que ponga más presión sobre los recursos de agua dulce del globo (Water Footprint Network, 2015). En conexión con el aumento de la producción, existe un alejamiento de los sistemas extensivos. Aunque los sistemas de pastoreo extensivos juegan su papel, la mayoría del aumento en la producción de carne y leche en las tres últimas décadas se ha logrado a través de del aumento de producción en los sistemas mixtos e industriales (Bouwman *et al.*, 2005).

Un estudio de Drastig *et al.* (2010) arroja cierta esperanza, ya que indica que la huella hídrica para la producción de leche, cuya mayor parte procede del agua verde utilizada indirectamente para la producción del alimento de las vacas, disminuyó en Brandenburgo (Alemania) durante los años 1999-2008 debido a la mejora de las prácticas de alimentación del ganado, más sostenibles que las utilizadas anteriormente y a una mejora del rendimiento lechero por vaca. Sin embargo, una alimentación más sostenible en relación al agua, podría tener costes de energía y/o tierra desproporcionados que también deben tenerse en cuenta.

Hoekstra (2012) afirmaba que más del 25% de la huella hídrica mundial está asociada al consumo de productos de origen animal. Sin embargo, los administradores de agua nunca hablan de carne o productos lácteos. Los ganaderos son más bien invisibles, porque no son usuarios de grandes cantidades de agua (Hoekstra, 2014). El agua necesaria para obtener la alimentación animal es el principal factor detrás de la huella hídrica de los productos de origen animal (Hoekstra, 2012); alrededor del 40% de los cereales producidos en el mundo se utilizan para la alimentación animal (período 2001-2010; FAO 2014). Por ello, la creciente escasez de recursos de agua dulce no puede abordarse adecuadamente sin un examen cuidadoso de la gran cantidad y el aumento de agua necesaria para la carne y los lácteos (Hoekstra, 2014).

Revisar la composición de los alimentos y el origen de los ingredientes de los alimentos es esencial para encontrar caminos para reducir la huella hídrica de carne y leche. Esta reducción requiere un enfoque internacional y una transparencia de los productos a lo largo de toda la cadena de suministro de los productos de origen animal (Hoekstra, 2014).

### 1.2.3. HUELLA HÍDRICA EN QUESERÍA.

El agua es un recurso clave para las industrias agroalimentarias, ya que se utiliza como ingrediente en algunos productos y es un elemento indispensable en muchas etapas del procesamiento de alimentos. Además, el agua es el elemento principal en las operaciones de limpieza.

Según los últimos datos del INE (INE, 2014), en 2010, las industrias de la alimentación, bebidas y tabaco españolas tomaban 225.519 miles de m<sup>3</sup> de agua (el 21% del total del sector industrial). En 2007, la cifra fue algo superior (227.853 miles de m<sup>3</sup>, el 17,7% del total del sector industrial). De este volumen, vertieron 138.883 miles de m<sup>3</sup>, por lo que el consumo se situó en el 39%. La industria láctea tomó 40.483 miles de m<sup>3</sup> de agua (el 17,7% del total de la industria de la alimentación, bebidas y tabacos y un 3% del total de la industria manufacturera). Estos números consideran el uso de agua en los procesos industriales. Las estimaciones de huella hídrica, desde el punto de vista del análisis de ciclo de vida, consideran tanto los procesos industriales como la cantidad de agua utilizada en la producción de materias primas.

La necesidad de la industria alimentaria de adoptar un enfoque responsable hacia el uso sostenible y la conservación del agua dulce es vital (Ercin *et al.*, 2012).

Los estudios más completos sobre la huella hídrica en queso son los realizados por Chapagain y Hoekstra (2003, 2004) y Mekonnen y Hoekstra (2010b, 2012). Son estudios que indican la huella hídrica del suero y de distintos tipos de queso. Sin embargo, ambos estudios consideran que estos productos secundarios proceden únicamente de un producto primario: la leche de vaca. Por tanto, no existen estudios acerca de la huella hídrica del queso elaborado a base de leche de oveja. Los estudios citados diferencian los quesos en tres amplios grupos: queso fresco, queso azul y otros tipos de queso. Según esta clasificación y su modo de elaboración, el queso D.O.P. Roncal se asemejaría a los quesos pertenecientes al tercer grupo, aunque la materia prima utilizada no sea la misma.

-Chapagain y Hoekstra (2003, 2004) estimaron que la huella hídrica del queso a nivel mundial era de 4.914 m<sup>3</sup>/T.

Para España, estimaron que la huella hídrica del queso fresco fue de 4.711 m<sup>3</sup>/T para el periodo 1995-1999 y de 5.410 m<sup>3</sup>/T para el periodo 1997-2001. Para los quesos azul y para otros tipos de queso, estimaron 7.475 m<sup>3</sup>/T para el periodo 1995-1999 y 8.582 m<sup>3</sup>/T para el periodo 1997-2001. La huella hídrica del suero la establecieron en 817 m<sup>3</sup>/T (período 1995-1999) y en 1.093 m<sup>3</sup>/T (período 1997-2001).

-Mekonnen y Hoekstra (2010b) establecieron para el queso a nivel mundial una huella hídrica de 5.060 m<sup>3</sup>/T (84,3% huella hídrica verde, 8,7% huella hídrica azul y 7% huella hídrica gris) (5905 m<sup>3</sup>/T para sistemas extensivos, 4.743 m<sup>3</sup>/T para sistemas mixtos y 5.984 m<sup>3</sup>/T para sistemas industriales).

Para España, Mekonnen y Hoekstra (2010b) establecieron para el queso fresco una huella hídrica media de 5.258 m<sup>3</sup>/T (80,8% HH verde, 8,8% HH azul y 10,4% HH gris). La huella hídrica fue de 5.834 m<sup>3</sup>/T para los sistemas extensivos, 5.537 m<sup>3</sup>/T para los sistemas mixtos y 4.269 m<sup>3</sup>/T para los sistemas industriales.

Para los quesos azules y otros tipos de queso, establecieron una huella hídrica media de 8.849 m<sup>3</sup>/T (76,2% HH verde, 10,8% HH azul y 13% HH gris). La huella hídrica fue de 11.139 m<sup>3</sup>/T para los sistemas extensivos, 8.593 m<sup>3</sup>/T para los sistemas mixtos y 6.289 m<sup>3</sup>/T para los sistemas industriales.

La huella hídrica media para el suero la establecieron en 1.133 m<sup>3</sup>/T (76,3% HH verde, 10,7% HH azul y 13% HH gris). La huella hídrica del suero para los sistemas extensivos fue de 1.426 m<sup>3</sup>/T, para los sistemas mixtos de 1.107 m<sup>3</sup>/T y para los sistemas industriales de 804 m<sup>3</sup>/T.

**Tabla 1.6. Huella hídrica de la producción quesera según distintos autores.**

	Chapagain y Hoekstra (2003) Período 1995-1999	Chapagain y Hoekstra (2004) Período 1997-2001	Mekonnen y Hoekstra (2010b) Período 1996-2005		
HH queso (promedio mundial) (m <sup>3</sup> /T)	4.600	4.914	5.060	4266	(84,3%)
				440	(8,7%)
				354	(7%)
HH queso fresco (España) (m <sup>3</sup> /T)	4.711	5.410	5.258	4.249	(80,8%)
				463	(8,8%)
				546	(10,4%)
HH queso azul (España) (m <sup>3</sup> /T)	7.475	8.582	8.849	6.744	(76,2%)
				961	(10,8%)
				1.144	(13%)
HH otros quesos (España) (m <sup>3</sup> /T)	7.475	8.582	8.849	6.744	(76,2%)
				961	(10,8%)
				1.144	(13%)
HH suero (España) (m <sup>3</sup> /T)	817	1.093	1.133	865	(76,3%)
				121	(10,7%)
				147	(13%)

Otro estudio reciente de Aldaya y Hoekstra (2009, 2010), incluye la evaluación de la huella hídrica del queso mozzarella empleado en la pizza margarita. La huella hídrica del queso mozzarella se estimó en 7.117 l/kg. El agua de proceso supuso únicamente 10 l/kg, siendo la mayor parte de la huella hídrica indirecta y derivada de la leche (1.308 l/kg: 99% correspondiente a la alimentación de la vaca y 1% al agua de boca y al agua de servicios). El impacto sobre los recursos hídricos depende, por tanto, del tipo y el origen de la comida de la vaca, aunque este estudio alertó del importante volumen que supone en suero procedente de la elaboración del queso (un 46% de la leche de partida), su toxicidad y la mala gestión que se hace de él (ya que, aunque contiene ingredientes que pueden transformarse en productos de alto valor añadido, los costes de transporte y transformación son muy elevados y acaba vertiéndose en fincas y ríos).

Según la Water Footprint Network (2015) la huella hídrica media mundial del queso es de 3.178 litros/kg (siendo el 85% huella hídrica verde, el 8% huella hídrica azul y el 7% huella hídrica gris). Utilizando los datos anteriormente citados, Pascual (2013), en el único Trabajo Fin de Carrera publicado en España que incluye un cálculo de Huella Hídrica para queso, estima que la huella hídrica global para un queso fresco sería de 150,5 litros/kg. En su trabajo, sin embargo, realiza únicamente el cálculo de la huella hídrica azul del proceso de producción del queso fresco (sin tener en cuenta la huella hídrica de la leche de partida) y obtiene una huella hídrica de 13,2 litros/kg.

Ercin *et al.* (2009, 2011a, 2011b) mostraron, sin embargo, la importancia de una evaluación detallada de cadena de suministro en la contabilidad de la huella hídrica ya que la huella hídrica operacional es casi insignificante en comparación con la huella hídrica de cadena de suministro (supone un 0,3% para la leche de soja, un 0,06 para una hamburguesa de soja y menos de un 0,5% para una bebida azucarada carbonatada). Para una empresa de procesamiento de alimentos, es crucial reconocer a los agricultores como jugadores clave si el objetivo es reducir el consumo de agua y la contaminación global detrás de los productos alimenticios finales. Los ingredientes procedentes de la agricultura, aun constituyendo únicamente una pequeña fracción



del peso del producto final (como en el caso de una bebida azucarada carbonatada), tienen la mayor cuota de la huella hídrica del producto. No sólo la huella total de agua, sino también la composición de color (las proporciones verde, azul, gris) e impactos relacionados varían considerablemente en función de la localización de la producción y la práctica agrícola.

En el mismo sentido, Ruini *et al.* (2013) demostraron la importancia del origen de las materias primas utilizadas por una empresa concreta (Barilla) para controlar el impacto hídrico de sus productos (pasta) y la necesidad de reducir su huella hídrica mediante la promoción de mejores prácticas agrícolas y nuevas variedades capaces de reducir el uso de agua de riego.

Rodríguez *et al.* (2009) concluyeron que, pese a que España es exportador de agua virtual contenida en los productos ganaderos (fundamentalmente carne y despojos), es a su vez importador de agua virtual contenida en lácteos (queso, leche y yogures). La huella hídrica de estos productos es menor que la de los productos cárnicos (alrededor de 1000 m<sup>3</sup>/T), pero es de mayor valor económico y además, va en aumento.

#### **1.2.4. ¿POR QUÉ ES IMPORTANTE EVALUAR LA HUELLA HÍDRICA DE UN PRODUCTO?.**

Los consumidores finales, los minoristas, los comerciantes y todo tipo de negocios activos a lo largo de la cadena de suministro de los bienes de consumo finales quedan fuera del alcance de las políticas hídricas; algo extraño ya que toda el agua utilizada en el mundo está finalmente unida al consumo final por parte de los consumidores. Es interesante conocer los requerimientos específicos de los bienes de consumo, particularmente de aquellos intensivos en agua como productos alimenticios, bebidas, bio-energía y materiales procedentes de fibras naturales (Aldaya y Hoekstra, 2009).

Hoekstra y Chapagain (2008) han demostrado que la visualización del uso del agua oculta detrás de los productos puede ayudar a comprender mejor el carácter global del agua dulce y la cuantificación de los efectos de consumo y el comercio en el uso de los recursos hídricos. Este mejor conocimiento puede servir de base para una mejor gestión de los recursos de agua dulce de nuestro planeta.

Un consumidor, para reducir su huella hídrica indirecta (su consumo de agua detrás de los alimentos y otros bienes de consumo), tiene dos opciones (Hoekstra, 2010):

- Sustituir un producto de consumo que tiene una huella hídrica grande por un producto con una huella hídrica más pequeña, comiendo menos carne (y lácteos) o volviéndose vegetariano, por ejemplo. Sin embargo, el enfoque de sustitución tiene sus limitaciones porque mucha gente no pasa fácilmente a una dieta vegetariana y la gente quiere su café y su algodón.
- Mantener sus patrones de consumo pero, dentro de los productos intensivos en agua (carne y lácteos) elegir aquellos que tengan una huella hídrica más baja o que tiene su huella hídrica en un área que no tiene una escasez de agua alta (la huella hídrica de los productos de origen animal varía enormemente a lo largo de los distintos sistemas de producción y países y depende fuertemente de la composición de su alimentación). Esto significa que los consumidores necesitan la información apropiada para hacer esta elección. Dado que este tipo de información no está disponible generalmente, esto exige

un esfuerzo por parte de los empresarios para crear transparencia en los productos y un esfuerzo por parte de los gobernantes para instaurar las regulaciones necesarias.

Lyakurwa (2014) afirmaba que un análisis preciso de la relación entre la huella hídrica y contenido energético de los productos vegetales y animales es de vital importancia para la buena gestión de los recursos hídricos. En su estudio centrado en Tanzania, concluyó que un cambio en el patrón de consumo de la población abandonando los productos de origen animal hacia el consumo de verduras y la aplicación efectiva de la estrategia de agua virtual a través de la importación de productos intensivos en agua dulce conduciría a un ahorro significativo de agua dulce y a reducir la escasez de agua en ese país.

Yang y Cui (2014) mostraron que, tratándose de alimentos, en un futuro próximo y en muchas regiones, el cambio de dieta tendrá más importancia sobre la “Huella Hídrica del consumidor” que el crecimiento de la población, pese a que, en la mayoría de las regiones, el agua necesaria para alimentar a una persona disminuyó durante el pasado medio siglo incluso aunque su dieta se hiciera más rica, debido al aumento en la eficiencia de uso del agua en la producción de alimentos.

Además de la necesidad de transparencia por parte del consumidor, la evaluación de la huella hídrica de una empresa se está convirtiendo en un punto clave para la estrategia empresarial, tal como afirmaban Ruini *et al.* (2013) en su estudio de la empresa productora de pasta Barilla.

Según un informe de WWF (2011), la escasez de agua, la contaminación, el cambio climático, y otras tendencias mundiales en la problemática del agua plantean importantes retos a las empresas ahora y continuarán haciéndolo en los próximos años. Por ello, las empresas no tienen otra opción que aumentar su control sobre los riesgos empresariales relacionados con el agua:

- Riesgo físico: Se refiere a la cantidad (escasez/inundaciones) y a la calidad del agua (la contaminación); a la posibilidad de que una empresa no disponga de la cantidad suficiente de agua de buena calidad para sus operaciones comerciales y cadenas de suministro.
- Riesgo de reputación: Se relaciona con el impacto en la marca de una empresa (por conflicto relacionados con el acceso al agua o por degradación de los recursos hídricos locales) y puede influir en las decisiones de compra de los clientes.
- Riesgo regulatorio: Se refiere a la imposición de restricciones en el uso del agua por parte del gobierno y de su capacidad para gestionar el agua con eficacia y sostenibilidad. Esto puede incluir la fijación de precios de suministro de agua y el vertido de desechos, licencias para operar, los derechos de agua, normas de calidad, desarrollo de infraestructura, la distribución del agua, etc.

En este sentido, la Federación Española de Industrias de la Alimentación y Bebidas (FIAB) ya estableció en 2014 como segundo reto medioambiental de la industria alimentaria a 2020 el de gestionar el agua de forma más sostenible, siendo clave para ello:

- Mejorar la eficiencia en el uso del agua: Reducir el consumo de agua por unidad de producto elaborado a través de buenas prácticas de gestión y tecnologías más eficientes en los procesos productivos.
- Sensibilizar y colaborar con los agricultores y ganaderos en el uso eficiente del agua en la producción de materias primas, garantizando un abastecimiento sostenible.
- Implantar alternativas seguras de reutilización de agua.
- Potenciar acuerdos sectoriales para un uso eficiente del agua.
- Desarrollar nuevas tecnologías de tratamiento del agua potable, y depuración y reutilización de aguas residuales más eficientes y con un reducido consumo energético.
- Emplear herramientas basadas en el Análisis del Ciclo de Vida para evaluar el uso del agua asociado a la producción de alimentos a lo largo de la cadena (huella hídrica) e identificar los puntos críticos de consumo, promoviendo la colaboración con el resto de agentes.

Amores (2015) agrupa los beneficios del análisis de la huella hídrica en tres ámbitos: ambiental, económico y social:

- Ambiental: Lograr una gestión más eficiente del agua y mejorar la calidad de los vertidos que se devuelven al medio.

- Económico: Mayor optimización en los propios procesos, reducción de costes y, por lo tanto, ayuda en la toma de decisiones para futuras inversiones.

- Social: Posicionamiento a las empresas, realzando el valor de su marca y comprometiéndose con la responsabilidad social corporativa además de anticiparse a los requisitos legislativos.

Todo ello en el marco de un plan de comunicación que permita llegar de forma efectiva y sencilla al consumidor final y sensibilizarlo.

En el mismo sentido, Santamaría (2014) afirmaba que, además de contribuir a la reducción del impacto ambiental, la huella hídrica supone un elemento comercial y de marketing que además permite a las empresas el acceso a licitaciones, concursos y subvenciones, ayuda al cumplimiento de normativa y mejora la imagen de la empresa frente a los agentes interesados.

Desde el punto de vista de la Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR), Magro (2015) afirma que, independientemente del esquema que se utilice, bien el manual propuesto por la WFN (Hoekstra *et al.*, 2011) o la ISO 14046, la evaluación de la huella hídrica puede ayudar a las organizaciones a:

- Evaluar la magnitud de impactos ambientales potenciales relacionados con el agua.

- Identificar oportunidades para reducir los impactos ambientales potenciales relacionados con el agua asociados con productos en varias etapas de su ciclo de vida, así como con procesos y organizaciones.

- Contribuir a realizar una gestión estratégica del riesgo relacionado con el agua.

- Facilitar la eficiencia del agua y la optimización de la gestión del agua a nivel de productos, procesos y organización.

- Informar a quienes toman decisiones en el sector, las organizaciones gubernamentales y no gubernamentales de sus impactos ambientales potenciales relacionados con el agua (propósitos de planificación estratégica, establecimiento de prioridades, diseño o rediseño de productos y procesos, toma de decisiones sobre inversiones de recursos).

## 2. EVALUACIÓN DE LA HUELLA HÍDRICA

La evaluación de la huella hídrica se refiere a toda una gama de actividades para cuantificar, localizar y analizar el impacto de la huella hídrica de un proceso, producto, productor o consumidor. Se trata de cuantificar la huella hídrica en el espacio y en el tiempo, evaluar la sostenibilidad ambiental, social y económica de esa huella hídrica y formular una estrategia de respuesta. Una evaluación de la huella hídrica completa se compone de cuatro fases (Hoekstra *et al.*, 2011):

- 1-Establecimiento de objetivos y su alcance.
- 2-Contabilidad de la huella hídrica.
- 3-Evaluación de la sostenibilidad de la huella hídrica
- 4-Formulación de respuestas a la huella hídrica.

### 2.1. OBJETIVOS Y AMBITO DE APLICACIÓN

El presente estudio persigue como **fin la evaluación de la huella hídrica verde, azul y gris de un queso D.O.P. Roncal** a lo largo de su cadena de valor en la campaña 2013.

Se pretende analizar cómo este producto navarro afecta a las cuestiones de escasez de agua y su contaminación y valorar cómo este producto puede llegar a ser más sostenible desde la perspectiva del agua. Para ello, ha sido necesario diferenciar entre los distintos sistemas de manejo del ganado ovino que han convivido en esta denominación: explotaciones mixtas (raza foránea y raza latxa) intensivas, explotaciones de raza latxa intensivas y explotaciones de raza latxa extensivas.

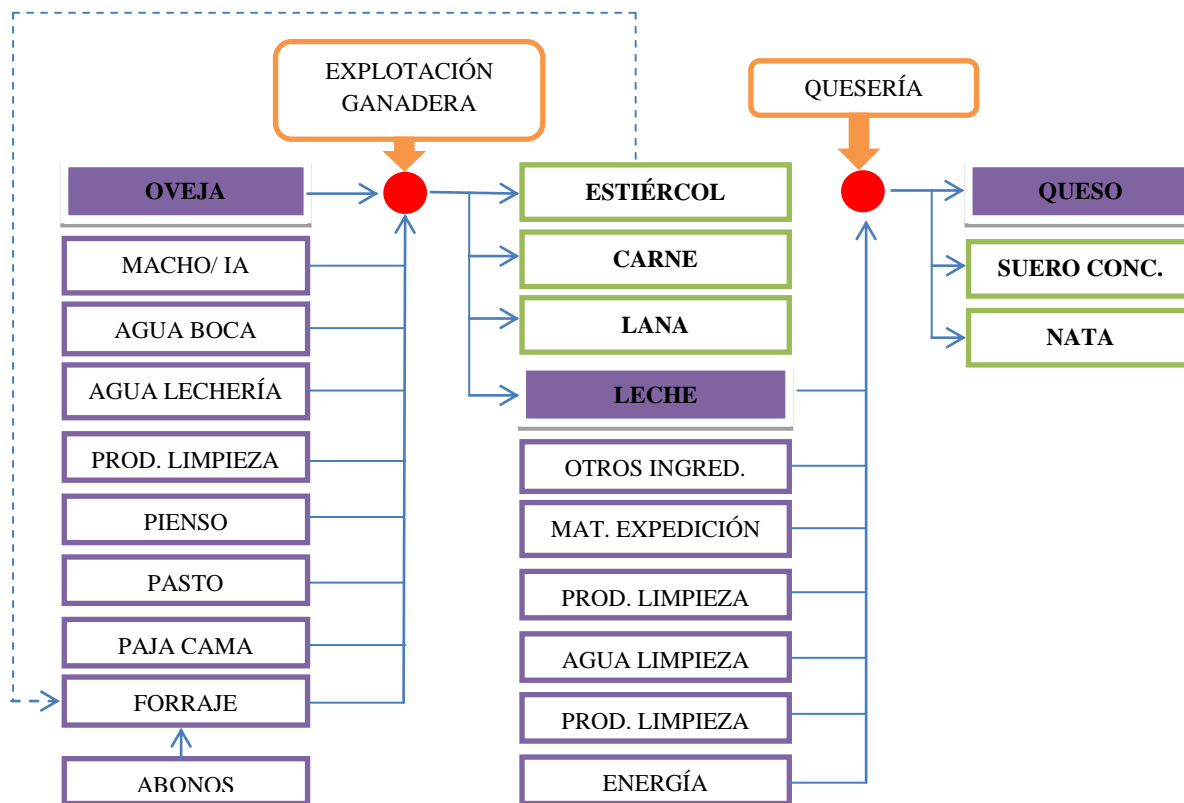
Debido a los cambios en la legislación y sus consecuencias en la elección de la raza y tipo de producción en el sector ovino en los últimos años, se ha realizado además un análisis sobre la evolución temporal de la huella hídrica del sector, identificando las tendencias a lo largo de los últimos 10 años (2004-2013).

### 2.2. CONTABILIDAD DE LA HUELLA HÍDRICA DE UN QUESO D.O.P. RONCAL

#### 2.2.1. METODOLOGÍA EMPLEADA.

La huella hídrica de un producto se calcula considerando el consumo de agua y la contaminación en todas las etapas de la cadena de producción. En este estudio, como en la mayoría de los casos, no se tiene una cadena lineal de etapas del proceso, sino redes complejas de procesos vinculados (Hoekstra *et al.*, 2011).

**Figura 2.1. Esquema general o árbol. Evaluación de la HH del queso DOP Roncal**



### **Huella hídrica de las explotaciones ganaderas**

Para la evaluación de la huella hídrica de las explotaciones ganaderas se ha seguido el esquema metodológico propuesto por Hoekstra *et al.* (2011) y Mekonnen y Hoekstra (2010b), adaptándolo a las peculiaridades del sector ovino de leche en Navarra.

Para ello se han agrupado las explotaciones en tres sistemas diferentes en función de la raza ovina con la que trabajan y el tipo de manejo que realizan:

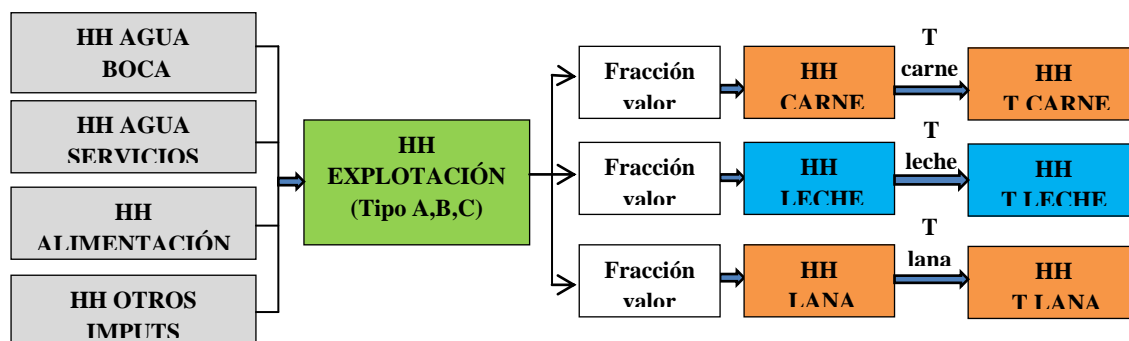
-TIPO A: Explotaciones mixtas intensivas: Trabajan con razas foráneas (Assaf, Lacaune o cruce Milchschaef) y con raza Latxa en régimen intensivo (se corresponden con las explotaciones intensivas de los estudios de Mekonnen y Hoekstra, 2010b).

-TIPO B: Explotaciones de raza latxa en régimen intensivo (se corresponden con las explotaciones mixtas de los estudios de Mekonnen y Hoekstra, 2010b).

-TIPO C: Explotaciones de raza latxa en régimen extensivo (se corresponden con las explotaciones extensivas de los estudios de Mekonnen y Hoekstra, 2010b).

Se ha realizado un estudio exhaustivo de una explotación ovina de cada uno de los tipos mediante entrevistas con los ganaderos (Ver Anexo 1- Cuestionario explotaciones ovino) para conocer en detalle el manejo (periodos de estabulación y pastoreo, partos y ordeño, cría y recría, alimentación de la cabaña) y los productos y residuos obtenidos.

**Figura 2.2. Esquema para el cálculo de la HH en la explotación.**



La **HUELLA HÍDRICA DE LAS EXPLOTACIONES** se referirá a la apropiación de agua utilizada en la producción de la alimentación de los animales, el volumen de agua consumido para bebida y limpieza de las instalaciones y el agua contaminada como consecuencia de la gestión de sus residuos. Pueden asociarse otros muchos procesos a la producción ovina y a su cadena de suministro (construcción de edificios e infraestructuras, consumo de energía, transporte de materias primas y animales, etc.) con una huella hídrica asociada, pero la escasa importancia relativa de estos procesos con respecto al valor final de la huella hídrica aconseja a limitar su incorporación (Hoekstra *et al.*, 2011).

$$\text{HH explotación} = \text{HH agua boca} + \text{HH agua servicios} + \text{HH alimentación} + \text{HH otros inputs}$$

Únicamente en una de las tres explotaciones consultadas disponen de contador de agua independiente para la explotación ganadera y la existencia de éste no permite conocer la cantidad exacta de agua consumida de forma directa por los animales (agua de boca) y la cantidad exacta de agua utilizada para tareas de limpieza que, en las explotaciones de ovino de leche, se corresponde con la empleada en la limpieza de la máquina de ordeño, tanque y salas de ordeño y recepción de leche (aguas de lechería o agua de servicios). Por ello, han tenido que estimarse.

Para la estimación del **AGUA DE BOCA** se han utilizado los datos aportados por Chapagain y Hoekstra (2003) y Mekonnen y Hoekstra (2010b) y se ha seguido un esquema similar de cálculo que divide la vida de los animales presentes en etapas o rangos de edad para poder atribuirles un consumo concreto de agua de boca/día:

**Tabla 2.1. Agua de boca por animal. Datos aportados por Chapagain y Hokstra (2003) y Mekonnen y Hoekstra (2010b)**

	Sistemas industriales EXPLOTACIONES TIPO A	Sistemas mixtos EXPLOTACIONES TIPO B	Sistemas extensivos EXPLOTACIONES TIPO C
Ovejas	7,5 litros/cabeza/día	6 litros/cabeza/día	6 litros/cabeza/día
Corderos	0,38 litros/cabeza/día	0,3 litros/cabeza/día	0,3 litros/cabeza/días

$$\text{HH AGUA BOCA}_{\text{Explotación Tipo X}} = [(\text{N}^{\circ} \text{ ovejas}) \times (\text{Agua Boca/cabeza/día}) \times (\text{Días vida})] + [(\text{N}^{\circ} \text{ corderos}) \times (\text{Agua Boca/cabeza/día}) \times (\text{Días vida})]$$

Aunque las aguas de lechería utilizadas durante una campaña se han calculado mediante el programa “Planes de Gestión de Estiércol” del Gobierno de Navarra y las aguas de lechería utilizadas por una oveja se han calculado teniendo en cuenta las ovejas que entran en ordeño y el número de campañas que son ordeñadas, se ha considerado que la **HH del AGUA DE SERVICIOS** de este tipo de explotaciones ganaderas es igual a **cero**. Esto es así porque es agua que se utiliza pero no se consume (Chapagain y Hoekstra, 2004).

En cualquier caso, durante los procesos de limpieza, el agua se contamina. En dos de las explotaciones las aguas de lechería se recogen en fosa y posteriormente se reparten en fincas propias; esto se ha tenido en cuenta en el cálculo de la huella hídrica gris de la hierba seca (ya que se obtiene de esas fincas). La otra explotación no reutiliza las aguas de lechería, por lo que se han tenido en cuenta en el cálculo de la huella hídrica gris de las aguas de servicios.

Para el cálculo de la **HH DE LA ALIMENTACIÓN** se ha procedido según el esquema de Mekonnen y Hoekstra (2010b):

- Con los datos obtenidos en las entrevistas se ha calculado la cantidad de piensos y forrajes consumidos por una oveja (y el resto de animales que conviven en la explotación) durante su vida.

- Mediante consultas a casas de piensos y cooperativas se han establecido los kilogramos de materias primas utilizadas en cada caso y su origen.

- Para conocer la huella hídrica de las materias primas se han empleado las tablas de Mekonnen y Hoekstra (2010a). En el caso de materias primas importadas, se han consultado previamente las tablas de comercio exterior de la FAO (2007) para ver los principales países proveedores de las mismas; la huella hídrica de estas materias primas importadas se ha calculado como suma de la huella hídrica en los tres principales países que las proveen (teniendo en cuenta la proporción que provee cada uno de ellos).

En el caso de materias primas de origen nacional se ha tomado el dato medio de España para cada una de ellas; en el caso de materias primas procedentes de Navarra se ha tomado el dato para Navarra proporcionado por Mekonnen y Hoekstra (2010a).

- Tal y como recomiendan Mekonnen y Hoekstra (2010b), se ha tenido en cuenta el agua necesaria para la obtención de los piensos (estimada en un 50% de los kilogramos de materias primas empleadas para su obtención).

- Dado que, en mayor o menor medida, todas las explotaciones aprovechan pastos a diente, ha sido necesario estimar el volumen y la huella hídrica de los recursos pascícolas consumidos. Aunque ha podido calcularse los días de pasto/cabeza/año en cada explotación, no se dispone de un dato fiable de la ingesta de pasto diaria de estos animales, por lo que se han utilizado las cifras aportadas por Chapagain y Hoekstra (2003).

El apartado de **OTROS INPUTS** puede resumirse para las explotaciones consultadas únicamente en tres tipos distintos: Productos veterinarios, semen y abonos y purines.

- Aunque se dispone de información acerca de los productos veterinarios empleados en las explotaciones, no existe información acerca de la huella hídrica de los mismos por lo que no han sido tenidos en cuenta.

-Se ha procedido a calcular la huella hídrica de las dosis de semen empleadas en la inseminación artificial de parte del rebaño de una de las explotaciones, procedentes del centro de inseminación de Oskotz (sección ovino). Para ello, se ha tenido en cuenta la información acerca del manejo de los machos y obtención de las dosis de semen en dicho centro aportada por Goñi, C. (2008) y los datos aportados por ganaderos.

-Además del nitrógeno contenido en las excreciones de los animales cuando pastan, las tres explotaciones consultadas aplican en sus fincas (de las que luego obtienen la hierba seca) otros abonos, tanto minerales como orgánicos (procedentes de su propia explotación y/o procedentes de otras explotaciones ganaderas). La cantidad de nitrógeno contenido en estos productos y aplicado en fincas ha sido tenido en cuenta para el cálculo de la HH gris de la hierba seca. Para este cálculo se ha utilizado la presunción de que el 10% del nitrógeno total aplicado es perdido por lixiviación (Chapagain *et al.*, 2006) y se ha tenido en cuenta que la concentración máxima permitida es de 50 mg NO<sub>3</sub>/l (10 mg N/l) (Directiva 91/676/CEE), para el cálculo del volumen de agua requerida para su asimilación (HH gris).

Una vez obtenida la huella hídrica de la explotación, se ha procedido a calcular la huella hídrica de sus productos primarios con el objetivo de conocer finalmente la **HH DE LA LECHE** que se empleará posteriormente en la elaboración del queso.

En este caso, no han podido utilizarse las fracciones de producto sugeridas por Mekonnen y Hoekstra (2010b), ya que no tenían en cuenta para ovino la producción de leche y lana, únicamente carne. Utilizando los datos suministrados por los ganaderos ha sido calculada la fracción de valor en cada caso. A fin de evitar la fluctuación de precios en los resultados de los cálculos de la huella hídrica y siguiendo las recomendaciones de Hoekstra *et al.* (2011), se ha utilizado el precio promedio de los productos de un periodo de cinco años (2009-2013). Los precios del cordero, animales de desvieje y leche de oveja se han tomado de INTIA- Precios y Mercados. Los precios de animales para vida y lana suelen variar en cada transacción y han sido suministrados por los propios ganaderos.

Para obtener la HH del producto (m<sup>3</sup>/T) se ha dividido la HH del animal (m<sup>3</sup>/animal) entre la cantidad de producto producido (T) por la oveja a lo largo de su vida.

$\text{HH producto (m}^3\text{/T)} = \text{HH animal (m}^3\text{/animal)} \times \text{fv}^* / \text{Cantidad producto (T/animal)}$
---

\*Siendo la fracción de valor (fv) = Valor del producto/ Valor de todos los productos obtenidos.

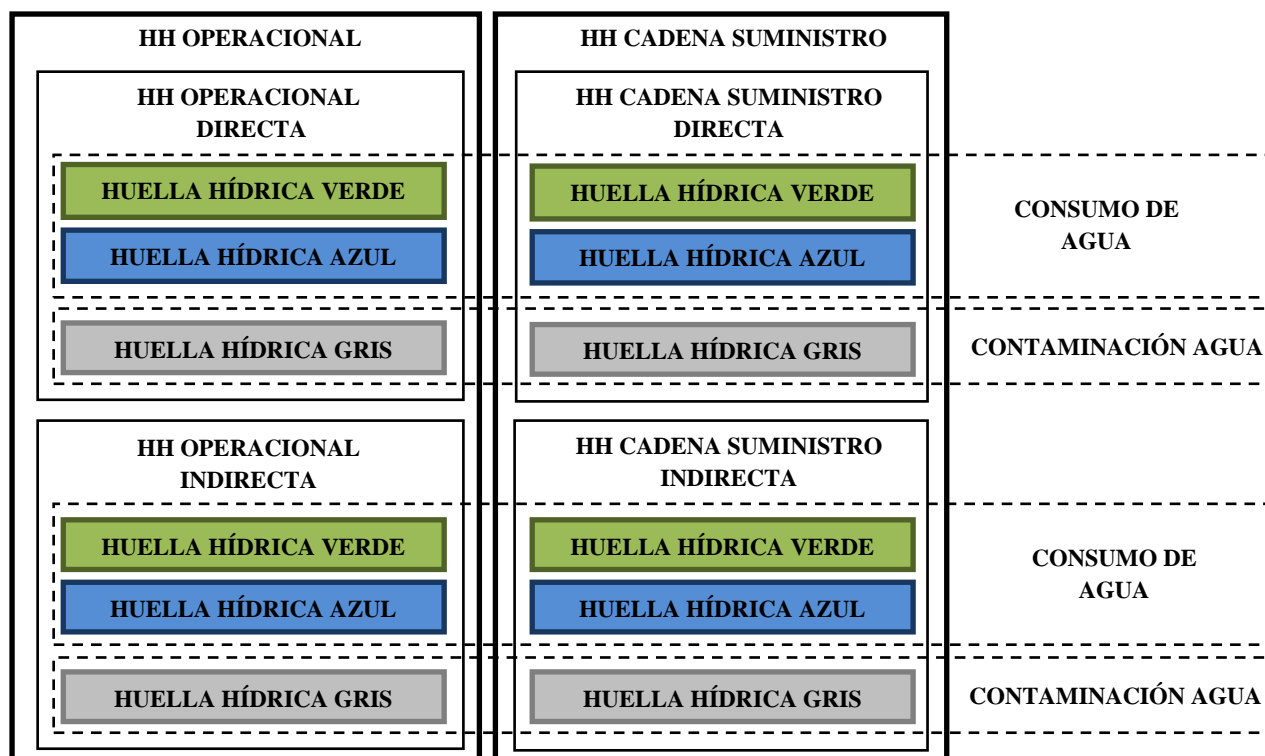
### **Huella hídrica de un queso DOP Roncal**

De las cinco queserías pertenecientes a la DOP Roncal únicamente ENAQUESA ha colaborado en este estudio (Ver Anexo 2- Cuestionario para queserías). En 2013 produjo el 72,75% del volumen total de queso DOP Roncal. La empresa, además de queso DOP Roncal, produce otros productos, pero en este estudio sólo va a tenerse en cuenta la parte de la empresa (bienes y servicios) empleada en la producción del queso DOP Roncal.

La huella hídrica de una empresa incluye varios componentes (Ver figura 2.3.)



**Figura 2.3. Componentes de la huella hídrica de una empresa (Ercin *et al.*, 2009).**



En el cálculo de la **HUELLA HÍDRICA del QUESO DOP RONCAL** se han tenido en cuenta los siguientes componentes:

**-HUELLA HÍDRICA OPERACIONAL** o volumen de agua consumida o contaminada en las operaciones necesarias para la obtención del queso.

**+HH OPERACIONAL DIRECTA** o directamente asociada con la producción del producto:

- 1) Agua incorporada al producto (HH azul): En la elaboración del queso DOP Roncal sólo se aporta agua durante el salado, a través de la salmuera.
- 2) Agua consumida durante el proceso de producción (durante la elaboración y limpieza) (HH azul): En la elaboración del queso DOP Roncal no se consume agua; en las operaciones de limpieza y desinfección sí que se utiliza una importante cantidad de agua, pero tras su depuración es devuelta al medio.
- 3) Agua contaminada como un resultado del proceso de producción (HH gris): Toda el agua empleada en la empresa pasa por una planta depuradora propia y posteriormente es vertida al río. Por ello, se considera que la HH operacional directa gris es cero.

En este caso no se emplea agua de lluvia en el proceso, por lo que no hay HH operacional verde.

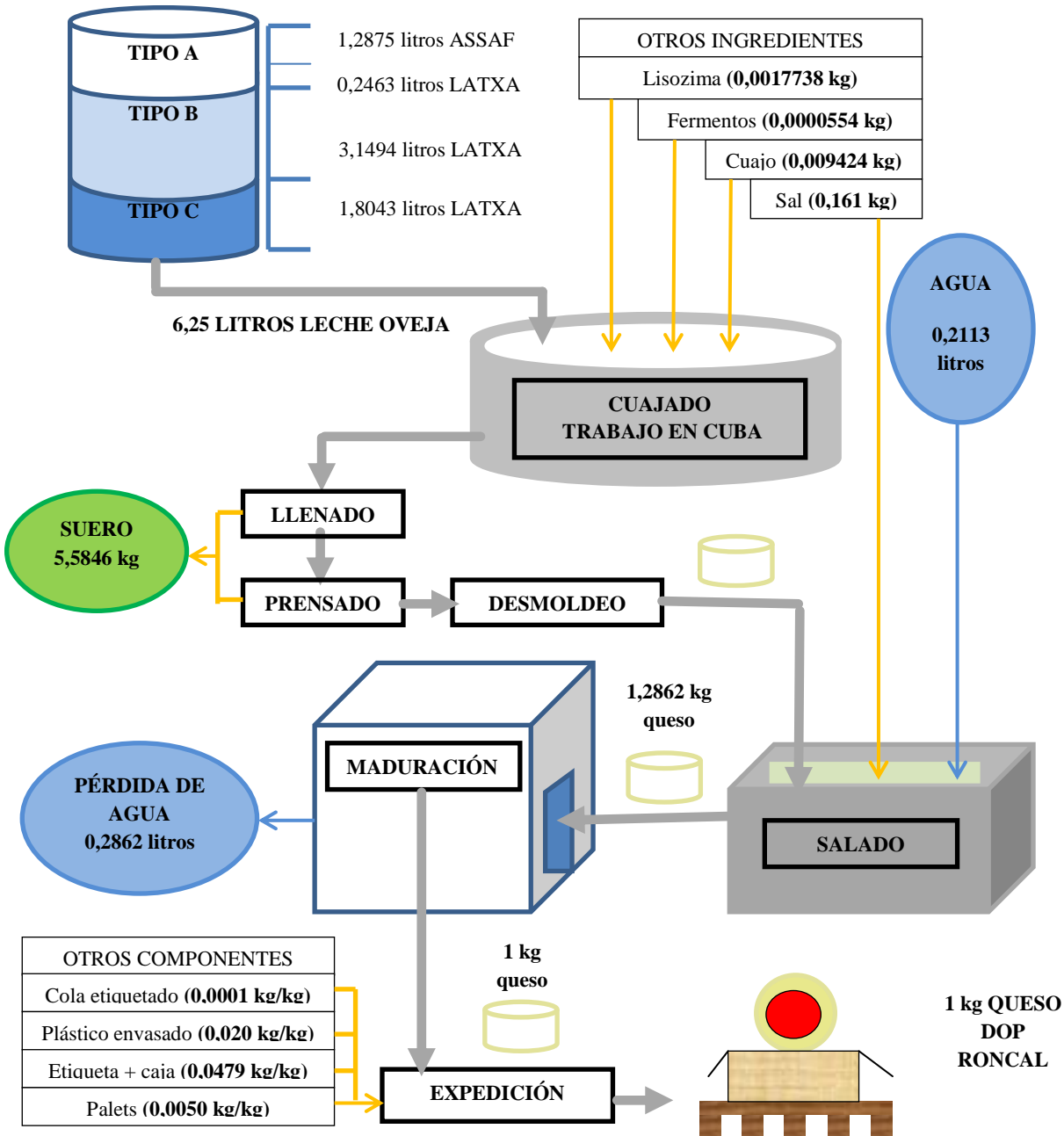
**+HH OPERACIONAL INDIRECTA** o agua consumida o contaminada en actividades relacionadas con la actividad desarrollada en la empresa.

- 4) Consumo de agua de los empleados, consumo o contaminación de agua en aseos y cocina, consumo o contaminación de agua para la limpieza de ropa de trabajo, consumo o contaminación de agua en operaciones de limpieza de otras estancias de la empresa y consumo de agua en jardines.

En este caso no hay jardines, no se emplea agua de lluvia para ninguna de las actividades antes citadas, por lo que no hay HH operacional indirecta verde y todo el agua empleada en las mismas pasa por la planta depuradora, por lo que la HH operacional indirecta gris es cero.

**-HUELLA HÍDRICA DE LA CADENA DE SUMINISTRO** o volumen de agua consumida o contaminada para producir todos los bienes y servicios que conforman los *inputs* de producción de la empresa.

**Figura 2.4. Ingredientes y otros componentes empleados para la obtención de 1 kg de queso DOP Roncal.**



#### +HUELLA HÍDRICA DE LA CADENA DE SUMINISTRO DIRECTA

- 1) HH de los ingredientes distintos al agua: Leche de oveja, lisozima, fermentos, cuajo y sal.

La HH de la leche de oveja (verde, azul y gris) ha sido calculada en el presente trabajo para explotaciones Tipo A, B ó C. Para conocer la HH de la leche empleada en la elaboración del queso DOP Roncal se ha tenido en cuenta la cantidad de leche suministrada por cada tipo de explotación e incluso, en el caso de las explotaciones Tipo A, el número de ovejas de cada raza presentes en las mismas.

Se desconoce la HH de lisozima, fermentos y cuajo por lo que no ha podido incluirse en el estudio. En cualquier caso, la cantidad empleada en la producción del producto es inferior a 0,01 kg/kg queso. La sal queda fuera del estudio de huella hídrica, ya que ésta se refiere a agua dulce, no a agua salada.

- 2) HH de otros inputs utilizados en la producción del queso: Cola para etiquetado, etiquetas, plástico para envasado al vacío, cajas y palets.

Se desconoce la HH de la cola para etiquetado (acetato de polivinilo) y del plástico para envasado al vacío (poliamida y polietileno).

La huella hídrica de cajas y palets se ha tomado de van Oel y Hoekstra (2010). Para los palets, se ha estimado una vida útil de 10 años por lo que se aplica una fracción de 0,1 al uso total.

#### +HUELLA HÍDRICA DE LA CADENA DE SUMINISTRO INDIRECTA o huella hídrica de todos los bienes utilizados en la empresa que no se emplean directamente en o para el proceso de producción de un producto particular producido en la fábrica:

- HH de los materiales de construcción, maquinaria y mobiliario de oficina.

- HH del papel (empleado en oficinas).

- HH de la energía (electricidad y gasóleo B).

- HH asociada al transporte (vehículos y gasoil)

En el caso de ENAQUESA no se han tenido en cuenta los materiales de construcción, maquinaria y mobiliario ya que, según estudios previos, este valor es despreciable (Jefferies *et al.*, 2012). Para el cálculo de la HH del papel empleado en oficinas se ha tenido en cuenta el estudio de van OEL y Hoekstra (2010) y para el cálculo de la HH del gasóleo el de Jefferies *et al.* (2012).

Para el cálculo de la HH de la electricidad, la empresa ha proporcionado los consumos mensuales de la campaña 2013. Dado que no se conoce la fuente exacta de la electricidad, se han consultado las fuentes empleadas en España en 2013 (MINETUR, 2014) y se ha elaborado un mix. La HH se ha obtenido de multiplicar la parte proporcional de cada fuente de energía por su correspondiente HH, según el estudio de Mekonnen *et al.* (2015).

Del total de la HH de la cadena de suministro indirecta, sólo el 44% puede asignarse al queso DOP Roncal, ya que el 56% restante de la producción de la empresa corresponde a otros productos.

#### **Evolución de la huella hídrica del queso DOP Roncal**

Se ha realizado una estimación de la huella hídrica de un queso DOP Roncal elaborado en la empresa objeto de estudio durante los últimos diez años (2004-2013).

Dado que, durante este periodo de tiempo no ha habido cambios en las instalaciones de la empresa, personal, proceso de elaboración e ingredientes utilizados, la variación de la HH del

queso DOP Roncal estará estrechamente relacionada con la variación de la HH de la leche, ya que los cambios en la reglamentación de la DOP Roncal así como la evolución de las explotaciones ovinas en cuanto a utilización de distintas razas y distintos manejos ha sido constante.

Para la estimación de la HH del queso durante cada campaña, las explotaciones ganaderas que entregaron leche a la empresa han sido clasificadas en los tres tipos establecidos y, teniendo en cuenta los litros de leche entregados y la huella hídrica de la leche obtenida en cada tipo de explotación ha sido calculada la huella hídrica de la leche para cada campaña y, en consecuencia, del queso.

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1. HUELLA HÍDRICA DE LAS EXPLOTACIONES GANADERAS: HH DE LA OVEJA Y HH DE LA LECHE.

La leche para la obtención del queso DOP Roncal procede de tres tipos de explotaciones ganaderas que presentan importantes diferencias entre sí. Por un lado, está la raza de la oveja y, por otro, el manejo que se hace de la misma a lo largo de toda la vida útil.

**Tabla 3.1. Características de las explotaciones ganaderas**

EXPLOTACIÓN	TIPO A	TIPO A	TIPO B	TIPO C
Raza ovina	ASSAF	LATXA	LATXA	LATXA
ETAPAS A LO LARGO DE SU VIDA ÚTIL				
Corderas reposición-1er año	12 meses	12 meses	12 meses	12 meses
Corderas reposición-2º año	1 mes	12 meses	5 meses	12 meses
Ovejas 1ª lactación	13-24 meses	24-36 meses	17-24 meses	24-36 meses
Ovejas resto lactaciones	24-60 meses	36-96 meses	24-84 meses	36-120 meses
Machos reposición	9 meses	18 meses	12 meses	12 meses
Machos adultos	9-72 meses	18-96 meses	12-48 meses	12-96 meses
Corderos sacrificio	20 días	20	25	30
Corderos vida	-	-	5	-
REPRODUCCIÓN				
1er parto	13meses	24 meses	17 meses	24 meses
Nº partos	1+ 3 =4	1+5= 6	1+4 =5	1+7=8
1ª monta machos	9 meses	18 meses	12 meses	12 meses
Campañas actividad machos	5	6	3	7
Número de machos/oveja	6/460	10/460	11/380 + IA	7/320
Corderos sacrificio/oveja/año	327/460	273/460	370/380	180/320
Corderas reposición/oveja/año	172/460	58/460	70/380	40/320
PRODUCCIÓN LECHE				
Campañas de ordeño	1+ 3 =4	1+5= 6	1+4 =5	1+7=8
Meses ordeño/oveja	10 meses	5 meses	6 meses	5 meses
Meses ordeño explotación	12 meses	12 meses	8 meses	7 meses
Amamantamiento de corderas	50 días (ordeño desde parto)	Toda la campaña	45 días	Toda la campaña
PERIODOS DE ESTABULACIÓN Y PASTO				
Meses pasto	0 meses	9 meses	7 meses	12 meses
Meses estabulación	12 meses	3 meses	5 meses	0 meses
Cama	Cama caliente		Rejilla	Cama caliente
ABONADO FINCAS PROPIAS				
Destino estiércol/purín	Se regala		Se reparte	Se regala
Abonado fincas	-Excrementos al pastar (Latxa)		-Excrementos	-Excrementos

A continuación se muestra, para los tres tipos de explotaciones, los componentes de la HH del animal: HH agua de boca, HH agua de servicios, HH alimentación y HH del semen.

#### HH del agua de boca:

**Tabla 3.2. HH del agua de boca en las distintas explotaciones.**

EXPLOTACIÓN	TIPO A-ASSAF	TIPO A-LATXA	TIPO B	TIPO C
Corderas reposición-1er año	2.966	2.738	2.190	2.190
Corderas reposición-2º año		2.738	913	2.190
Ovejas 1ª lactación	2.509	2.738	1.278	2.190
Ovejas resto lactaciones	8.213	16.425	8.760	15.330
Machos reposición	30	95	104	137
Machos adultos	179	476	285	419
Corderos sacrificio + vida	22	27	38	35
<b>HH AGUA BOCA (litros/animal)</b>	<b>13.917</b>	<b>25.236</b>	<b>13.566</b>	<b>22.491</b>

#### HH del agua de servicios:

**Tabla 3.3. HH del agua de servicios en las distintas explotaciones.**

EXPLOTACIÓN	TIPO A-ASSAF	TIPO A-LATXA	TIPO B	TIPO C
Uso anual de aguas de lechería (litros/año)	155.150	58.570	89.030	67.110
Uso aguas de lechería-vida útil (litros/animal)	1.773	901	1.060	1.917
Uso aguas de lechería (litros/animal)/litro leche	0,889	1,477	1,277	4,677
<b>HH AGUA SERVICIOS (litros/animal)</b>	<b>0*</b>	<b>0*</b>	<b>0*</b>	<b>0*</b>

\*La HH del agua de servicios es igual a cero porque es agua que no se consume; vuelve al sistema tras su uso.

#### HH de la alimentación:

La alimentación varía mucho entre explotaciones, no sólo por la cantidad de alimento ingerido, sino también por los alimentos empleados y por las materias primas que los componen.

**Tabla 3.4. Alimentación de los animales a lo largo de su vida útil**

EXPLOTACIÓN	TIPO A-ASSAF		TIPO A-LATXA		TIPO B		TIPO C	
	Días/ año	Cantidad (kg/día)	Días/ año	Cantidad (kg/día)	Días/ año	Cantidad (kg/día)	Días/ año	Cantidad (kg/día)
<b>REPOSICIÓN (HEMBRAS Y MACHOS)-1er año</b> (En hembras Assaf el primer año se consideran los primeros 13 meses de vida y en machos los primeros 9 meses)								
Leche materna	50	Demanda	152	Demanda	45	Demanda	152	Demanda
Pienso corderos	80	1,294	152	1,294	116	0,250	0	0
Pienso corderas	345	1,200	0	0	15	0,5000	0	0
Paja alimentación	345	0,658	0	0	0	0	0	0
Paja cama	395	0,267	152	0,267	0	0	0	0
Pasto	0	0	213	0,740	210	0,740	345	0,740
Hierba seca	0	0	0	0	116	0,2162	0	0
<b>CORDERAS REPOSICIÓN-2º año</b>								
Pienso complementario	-	-	152	0,296	0	0	0	0
Pienso corderos	0	0	0	0	152	0,250	0	0
Hierba seca	-	-	152	0,144	152	0,2162	0	0
Paja cama	-	-	152	0,267	0	0	0	0
Pasto	-	-	213	0,740	0	0	365	365
<b>OVEJAS EN PRODUCCIÓN-1er año</b>								
Pienso complementario	Igual que ovejas en producción- Resto campañas	Igual que ovejas en producción- Resto campañas	213	0,5388	Igual que ovejas en producción- Resto campañas			
Hierba seca			213	0,5222				
Alfalfa			213	0,2162				
Pasto			104	0,740				
<b>OVEJAS EN PRODUCCIÓN-Resto campañas</b>								
Mezcla forrajera	304	2,404	91	1,977	0	0	0	0
Pienso complementario	304	0,300	152	0,300	243	0,5388	152	0,6338
Pienso gestación	0	0	0	0	122	0,2857	0	0
Pienso mantenimiento	0	0	0	0	122	0,3801	0	0
Hierba seca	365	0,144	152	0,144	304	0,2162	152	0,9657
Alfalfa	0	0	0	0	304	0,2162	0	0
Pasto	0	0	274	0,740	133	0,740	251	0,740
Paja cama	365	0,267	91	0,267	0	0	152	0,3289
<b>MACHOS ADULTOS</b>								
Mezcla forrajera	122	2,461	0	0	0	0	0	0
Pienso complementario	354	0,888	183	0,493	183	0,5388	152	0,6338
Hierba seca	122	0,144	183	0,144	183	0,2162	152	0,9657
Alfalfa	0	0	0	0	183	0,2162	0	0
Pasto	0	0	183	0,740	183	0,740	251	0,740
Paja alimentación	243	0,658	0	0	0	0	0	0
Paja cama	365	0,267	183	0,267	0	0	152	0,3289
<b>CORDEROS SACRIFICIO</b>								
Leche materna	20	Demanda	20	Demanda	25	Demanda	0	Demanda
Pienso corderos inicio	20	1,294	20	1,294	5	0,125	0	0

**Tabla 3.5. Alimentos ingeridos por animal a lo largo de su vida útil (kg)**

EXPLOTACIÓN	TIPO A-ASSAF	TIPO A-LATXA	TIPO B	TIPO C
Mezcla	2.943	1.083	0	0
Pienso complementario	385	334	652	789
Pienso gestación	0	0	35	0
Pienso mantenimiento	0	0	46	0
Pienso corderos	177	286	71	0
Pienso corderas	414	0	8	0
Hierba seca	212	158	896	1.202
Paja-Alimentación	237	0	0	0
Paja-Cama	502	236	0	401
Pasto	0	1.553	649	2.062
Alfalfa	0	0	314	0

En el Anexo 3 se indica, para cada explotación, las materias primas empleadas por las casas de piensos para la fabricación de piensos y mezcla suministrada a los animales, así como el origen de las mismas.

Tal y como se ha indicado en el apartado 2. (Evaluación de la huella hídrica), no se conoce el origen exacto de las materias primas importadas y para asignarles la huella hídrica correspondiente (que varía en función del origen) se han tenido en cuenta los principales países importadores y la proporción de materia prima importada.

En la siguiente tabla se indica la HH de la alimentación de las explotaciones analizadas.

**Tabla 3.6. HH de la alimentación en las distintas explotaciones.**

EXPLOTACIÓN	TIPO A-ASSAF	TIPO A-LATXA	TIPO B	TIPO C
HH verde (litros/animal)	8.509.496	4.108.058	2.868.574	2.793.239
HH azul (litros/animal)	1.088.615	426.273	183.673	100.971
HH gris (litros/animal)	1.305.019	561.779	683.211	1.199.817
HH TOTAL (litros/animal)	10.903.130	5.096.109	3.735.457	4.094.027



En la explotación Tipo B, además de la HH del agua de boca, la HH del agua de servicios y la HH de la alimentación, se ha contemplado la HH del semen, ya que parte del rebaño es inseminado.

**Tabla 3.7. HH de los inputs del centro de inseminación artificial proveedor de semen**

HH inputs Centro IA	HH agua boca	HH agua servicios	HH alimentación	HH TOTAL (litros/macho)	HH TOTAL (m³/macho)
HH verde	0	0	5.782.643	5.782.643	5.782,633
HH azul	11.060	2.847	676.830	690.737	690,737
HH gris	0	0	864.092	864.092	864,092
HH TOTAL	11.060	2.847	7.323.566	7.337.472	7.337,472

**Tabla 3.8. HH de las dosis de semen utilizadas en la explotación Tipo B**

HH semen	HH TOTAL (m³/macho)	Fracción valor	HH semen (m³/producto)	HH semen (m³/T)	HH semen (m3/dosis)	HH semen EXPLOT.
HH verde	5.783	0,811	4.691	65.676.848	16,419	27,841
HH azul	691	0,811	560	7.845.102	1,961	3,326
HH gris	864	0,811	701	9.813.996	2,453	4,160
HH TOTAL	7.337	0,811	5.953	83.335.946	20,834	35,327

A continuación se expone la HH total de los inputs para los tres tipos de explotaciones:

**Tabla 3.9. HH total de los inputs de la explotación Tipo A (Assaf)**

EXPLOTACIÓN TIPO A ASSAF	HH AGUA BOCA	HH AGUA SERVICIOS	HH ALIMENTACIÓN	HH TOTAL INPUTS
HH verde (litros/animal)	0	0	8.509.496	8.509.496
HH azul (litros/animal)	13.917	0	1.088.615	1.102.533
HH gris (litros/animal)	0	0	1.305.019	1.305.019
HH TOTAL (litros/animal)	13.917	0	10.903.130	10.917.048
%	0,13	0	99,87	100

**Tabla 3.10. HH total de los inputs de la explotación Tipo A (Latxa)**

EXPLOTACIÓN TIPO A LATXA	HH AGUA BOCA	HH AGUA SERVICIOS	HH ALIMENTACIÓN	HH TOTAL INPUTS
HH verde (litros/animal)	0	0	4.108.058	4.108.058
HH azul (litros/animal)	25.236	0	426.273	451.509
HH gris (litros/animal)	0	0	561.779	561.779
HH TOTAL (litros/animal)	25.236	0	5.096.109	5.121.345
%	0,49	0	99,51	100

**Tabla 3.11. HH total de los inputs de la explotación Tipo B**

EXPLOTACIÓN TIPO B	HH AGUA BOCA	HH AGUA SERVICIOS	HH ALIMENTACIÓN	HH SEMEN-IA	HH TOTAL INPUTS
HH verde (litros/animal)	0	0	2.868.573	28	2.868.601
HH azul (litros/animal)	13.566	0	183.673	3	197.243
HH gris (litros/animal)	0	0	683.210	4	683.215
HH TOTAL (litros/animal)	13.566	0	3.735.457	35	3.749.059
%	0,36	0	99,64	0	100

**Tabla 3.12. HH total de los inputs de la explotación Tipo C**

EXPLOTACIÓN TIPO C	HH AGUA BOCA	HH AGUA SERVICIOS	HH ALIMENTACIÓN	HH TOTAL INPUTS
HH verde (litros/animal)	0	0	2.793.239	2.793.239
HH azul (litros/animal)	22.491	0	100.971	123.463
HH gris (litros/animal)	0	0	1.199.817	1.199.817
HH TOTAL (litros/animal)	22.491	0	4.094.027	4.116.519
%	0,55	0	99,45	100

Puede observarse que, en todas las explotaciones, la HH de la alimentación supone más del 99,45 % de la HH de todos los inputs, mientras que el agua de boca supone menos del 0,55%.

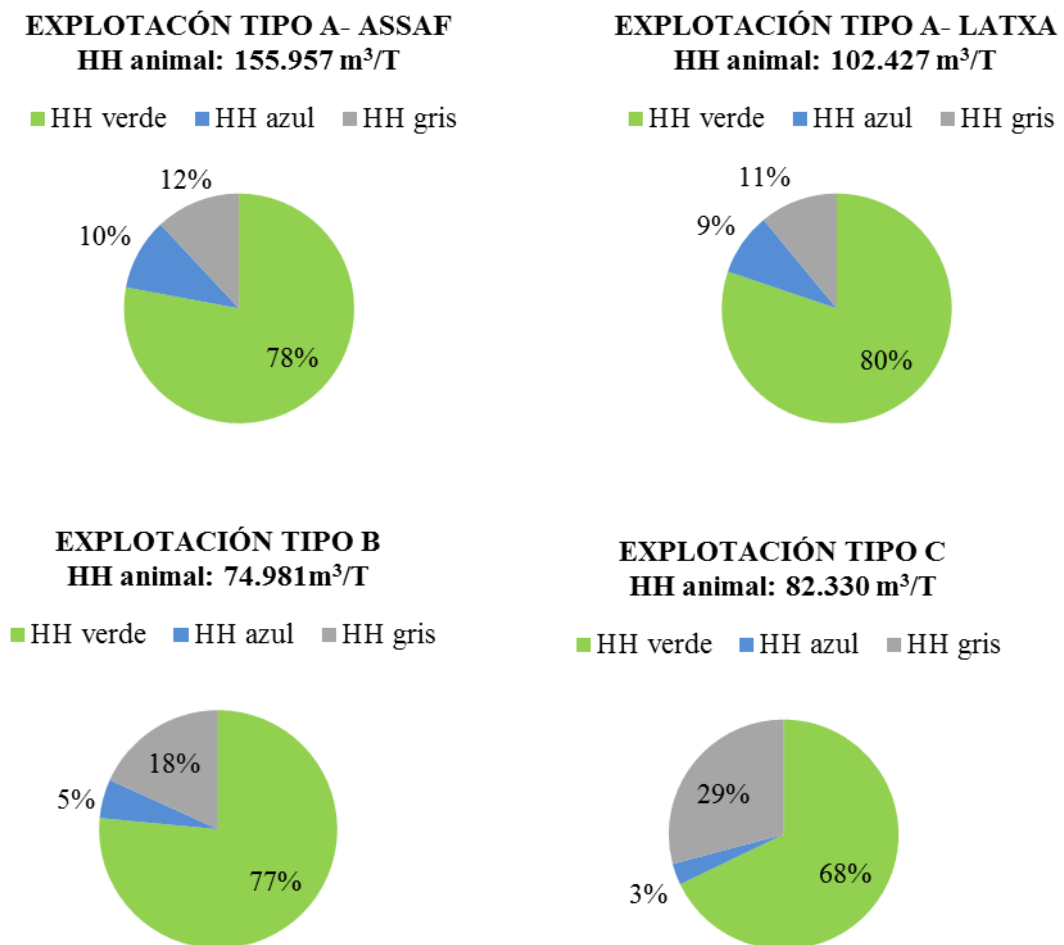
Si se compara la HH del animal en cada tipo de explotación, se observan diferencias importantes en cuanto al valor total de la misma pero también en cuanto al color (HH verde, HH azul o HH gris).

**Tabla 3.13. Comparación de la HH del animal (m<sup>3</sup>/animal y m<sup>3</sup>/T) entre las distintas explotaciones.**

	TIPO A-ASSAF	TIPO A-LATXA	TIPO B	TIPO C
HH verde	8.509,496	4.108,058	2.868,601	2.793,239
HH azul	1.102,533	451,509	197,243	123,463
HH gris	1.305,019	561,779	683,215	1.199,817
HH TOTAL (m <sup>3</sup> /animal)	10.917,048	5.121,345	3.749,059	4.116,519

	TIPO A-ASSAF	%	TIPO A-LATXA	%	TIPO B	%	TIPO C	%
HH verde	121.564	77,95	82.161	80,21	57.372	76,52	55.864	67,85
HH azul	15.750	10,10	9.030	8,82	3.945	5,26	2.469	3,00
HH gris	18.643	11,95	11.236	10,97	13.664	18,22	23.996	29,15
HH TOTAL (m <sup>3</sup> /T)	155.957	100,00	102.427	100,00	74.981	100,00	82.330	100,00

**Figura 3.1. Comparación de la HH del animal ( $\text{m}^3/\text{T}$ ) entre las distintas explotaciones.**



La ovejas criadas en la explotación TIPO A (industrial) son las que presentan valores más altos de HH. Dentro de esta explotación, las ovejas assaf presentan una HH más alta que las ovejas de raza latxa. En cuanto al análisis de los componentes de la HH, se observa que, dentro de la explotación TIPO A, la HH verde de las ovejas assaf es un 2% menor que la HH verde de las ovejas latxas, mientras que la HH gris es un 2% mayor que la HH gris de las ovejas latxas.

Sorprende que, pese a que las ovejas de raza latxa de las explotaciones tipo B y C presentan un menor consumo de piensos y un mayor consumo de hierba seca y pasto, los porcentajes de HH verde son menores que los de la explotación tipo A y los porcentajes de HH gris son mayores. Esto está directamente relacionado con el abonado de las fincas de la explotación de las que luego se obtiene la hierba seca. Las explotaciones tipo B y C, pese a que aplican menos toneladas de abonos y residuos en sus fincas, aplican unas cantidades de Nitrógeno más altas que la explotación tipo A, por lo que la HH gris de la hierba seca en estas explotaciones es más elevada (Tabla 3.14). En el caso de la explotación tipo C, puede observarse además cómo pese a aplicarse la misma cantidad de nitrógeno, se obtiene la mitad de producción de hierba seca al año (Tabla 3.15).

**Tabla 3.14. Cantidad de nitrógeno aplicado en fincas (T/año)**

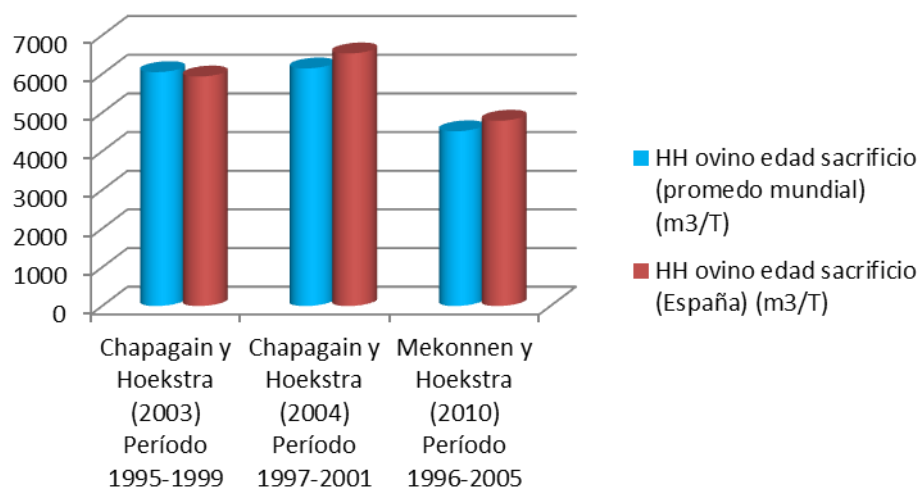
PRODUCTOS APLICADOS EN FINCAS	CANTIDAD APLICADA	N APLICADO (Kg)	N APLICADO (T)
Aguas de lechería	Assaf: 155150 litros. Latxa: 58570 litros.	0	
HYPRACID	Assaf: 79,5 kg Latxa: 30 kg	0	
HYPROCLOLOR	Assaf: 79,5 kg Latxa: 30 kg	0	
Excrementos al pastar	Sólo Latxa	2371 kg	
Abono mineral C-CODER TOP 11-		0	
<b>EXPLOTACIÓN TIPO A</b>		<b>2371 kg</b>	<b>2,371 T</b>
Aguas de lechería	89030 litros	0	
HYPRACID	63 kg	0	
COMBI PLUS	63 kg	0	
Excrementos ovino explotación	191 T	1648 kg	
		1507 kg	
Purín vacuno	45 T	158 kg	
Abono mineral Fertinagro Bi-Acimar (N-P-K) (0-14-6)	3000 kg	0	
<b>EXPLOTACIÓN TIPO B</b>		<b>3313 kg</b>	<b>3,313 T</b>
Excrementos ovino al pastar		1776 kg	
Purín porcino	400 T	2000 kg	
Abono mineral Rhizovit Process (Timac Agro) (N-P-K) (10-17-5) (Ca-Mg-S) (4-2-16)	1000 kg	100 kg	
<b>EXPLOTACIÓN TIPO C</b>		<b>3876 kg</b>	<b>3,876 T</b>

**Tabla 3.15. Cálculo de la HH gris de la hierba seca producida en las propias explotaciones.**

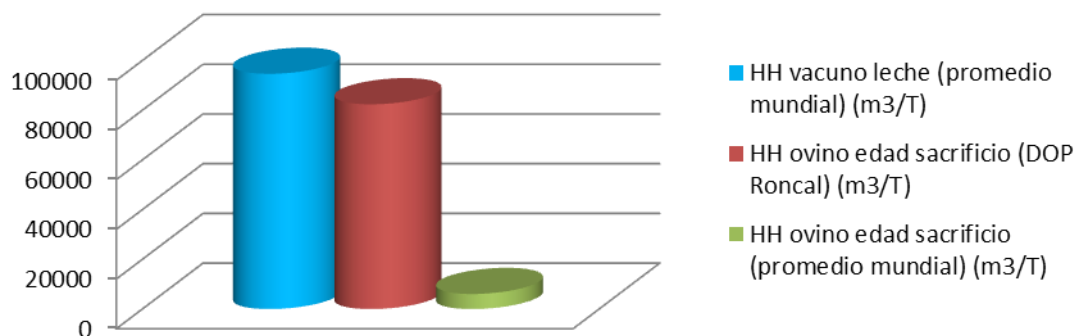
	TIPO A	TIPO B	TIPO C
<b>Nitrógeno aplicado (T/año)</b>	<b>2,371</b>	<b>3,313</b>	<b>3,876</b>
N lixiviado a las masas de agua (10% (T/año))	0,237	0,331	0,388
Concentración máxima permitida (g/m3)	10	10	10
Volumen de agua requerido para dilución (m <sup>3</sup> /año)	23710	33125	38760
<b>Hierba seca producida (T/año)</b>	<b>36</b>	<b>74</b>	<b>48</b>
<b>HH gris hierba seca (m3/T)</b>	<b>659</b>	<b>448</b>	<b>808</b>

Si se comparan los valores de HH por animal ( $\text{m}^3/\text{T}$ ) con los valores de HH por oveja ( $\text{m}^3/\text{T}$ ) aportados por estudios anteriores, puede verse que la cifra arrojada en este estudio es considerablemente superior. Esto puede por un lado a que, en estudios anteriores (Chapagain y Hoekstra, 2004; Mekonnen y Hoekstra, 2010; Rodríguez *et al.*, 2009), únicamente se tenían en cuenta ovejas y corderos, pero no se tenían en cuenta los machos presentes en la explotación que son imprescindibles para la productividad de la misma. Por otro lado, en estos estudios previos sólo han sido consideradas explotaciones de ovino de carne cuyo manejo y alimentación difiere de las explotaciones enfocadas a la producción de leche. En vacuno sucede algo similar; según Chapagain y Hoekstra (2003), la HH media de una vaca de carne es de  $9.678 \text{ m}^3/\text{T}$ , mientras que la HH media de una vaca de leche es de  $94.642 \text{ m}^3/\text{T}$  ( $85.955 \text{ m}^3/\text{T}$  en sistemas industriales,  $121.099 \text{ m}^3/\text{T}$  en sistemas mixtos y  $159.523 \text{ m}^3/\text{T}$  en sistemas extensivos); el valor de la HH es prácticamente diez veces mayor.

**Figura 3.2. Huella hídrica de la oveja ( $\text{m}^3/\text{T}$ ) según distintos autores.**



**Figura 3.3. Huella hídrica de la oveja de leche ( $\text{m}^3/\text{T}$ ) según el presente estudio y HH de la vaca de leche según Chapagain y Hoekstra (2003)**



Las explotaciones objeto de estudio producen leche, carne (corderos para matadero, carne de desvieje y animales para vida) y lana. Aunque en algunos casos también el estiércol o purín es un producto de la explotación, no se obtiene ningún beneficio económico de él, por lo que necesariamente queda excluido del estudio.

**Tabla 3.16. Productos obtenidos en las explotaciones (kg), valor (€) y fracción de valor**

EXPLOTACIÓN	PRODUCTO	KG VIDA ÚTIL	VALOR (€)	FRACCIÓN DE VALOR
TIPO A- ASSAF	Leche	2070,12	1944,48	0,924
	Carne	196,36	155,63	0,074
	Lana	12,89	3,22	0,002
TIPO A-LATXA	Leche	633,04	594,62	0,748
	Carne	105,37	198,27	0,249
	Lana	12,67	1,90	0,002
TIPO B	Leche	861,54	809,25	0,739
	Carne	85,21	283,12	0,259
	Lana	13,20	2,46	0,002
TIPO C	Leche	425,58	399,75	0,615
	Carne	56,57	246,59	0,380
	Lana	22,76	3,41	0,005

Puede observarse que, tanto por cantidad producida como por su valor, el principal producto de estas explotaciones es la leche. De los datos se desprende que, conforme más intensiva es la explotación, más especializada está en la obtención del producto principal; así, en las explotaciones tipo C-extensivas la leche supone únicamente el 61,5% del valor total de sus productos, mientras que en las explotaciones tipo B supone el 73,9% y en las explotaciones tipo A, para la raza latxa supone el 74,8% y para la raza assaf el 92,4%.

A partir de estos datos, se ha obtenido la huella hídrica de los productos en cada tipo de explotación.

**Tabla 3.17. Huella hídrica de los productos obtenidos en las explotaciones de ovino (m<sup>3</sup>/producto).**

EXPLOTACIÓN	PRODUCTO	HH animal (m <sup>3</sup> /animal)	FRACCIÓN DE VALOR	HH PRODUCTO (m <sup>3</sup> /producto)
TIPO A- ASSAF	Leche	10.917	0,924	10.093
	Carne	10.917	0,074	808
	Lana	10.917	0,002	25
TIPO A-LATXA	Leche	5.121	0,748	3.832
	Carne	5.121	0,249	1.278
	Lana	5.121	0,002	12
TIPO B	Leche	3.749	0,739	2.771
	Carne	3.749	0,259	969
	Lana	3.749	0,002	8
TIPO C	Leche	4.117	0,615	2.533
	Carne	4.117	0,380	1.562
	Lana	4.117	0,005	22

De los tres productos obtenidos en las explotaciones el de mayor interés es la leche, ya que es la materia prima principal en la elaboración del queso objeto de estudio. A continuación se muestra en detalle el cálculo de la HH de la leche obtenida de las distintas explotaciones.

**Tabla 3.18. Huella hídrica de la leche obtenida en las explotaciones de ovino (m<sup>3</sup>/T).**

EXPLOT.	HH (m <sup>3</sup> /animal)	HH animal (m <sup>3</sup> /animal)	Fracción de valor	HH LECHE (m <sup>3</sup> /producto)	HH LECHE (m <sup>3</sup> /T)	%
TIPO A- ASSAF	Verde	8509	0,924	7867	3800	77,95
	Azul	1103	0,924	1019	492	10,10
	Gris	1305	0,924	1206	583	11,95
	TOTAL	10917	0,924	10093	4875	100
TIPO A- LATXA	Verde	4108	0,748	3073	4855	80,21
	Azul	452	0,748	338	534	8,82
	Gris	562	0,748	420	664	10,97
	TOTAL	5121	0,748	3832	6053	100
TIPO B	Verde	2869	0,739	2120	2461	76,52
	Azul	197	0,739	146	169	5,26
	Gris	683	0,739	505	586	18,22
	TOTAL	3749	0,739	2771	3216	100
TIPO C	Verde	2793	0,615	1718	4038	67,85
	Azul	123	0,615	76	178	3,00
	Gris	1200	0,615	738	1734	29,15
	TOTAL	4117	0,615	2533	5951	100

En la tabla puede observarse como, en el cálculo de la HH de la leche, al tener en cuenta la producción, son las explotaciones más eficientes (tipo A-Assaf y tipo B) las que menor huella hídrica presentan. Para la explotación tipo A se observa también que la HH de la leche obtenida para las ovejas latxas que cría es la mayor de todas las de las explotaciones estudiadas. Esto se debe a que estas ovejas reciben una alimentación propia de un sistema industrial, pero no están dando el mismo rendimiento. En este tipo de explotaciones en las que conviven una raza muy productiva con una menos productiva, se trabaja para obtener el máximo rendimiento a la primera.

### 3.2. HUELLA HÍDRICA DEL QUESO DOP RONCAL.

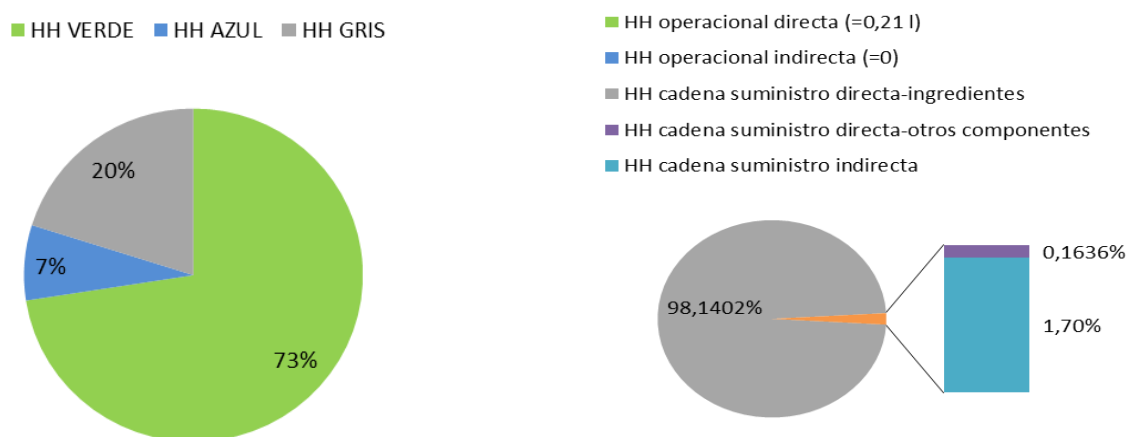
La huella hídrica de un kilogramo de queso DOP Roncal ha resultado de 29.123 litros/kg de queso.

Tal y como puede observarse en la siguiente tabla, la práctica totalidad de la huella hídrica es huella hídrica de la cadena de suministro, ya que la huella hídrica operacional es muy pequeña (únicamente de 0,21 litros/kg).

**Tabla 3.19. Tabla resumen del cálculo de la HH de un queso DOP Roncal.**

ELEMENTO	HH VERDE	HH AZUL	HH GRIS	HH TOTAL (litros/kg)
<b>HH OPERACIONAL</b>				
HH operacional directa	0	0,21	0	0,21
HH operacional indirecta	0	0	0	0
<b>HH DE LA CADENA DE SUMINISTRO</b>				
HH ingredientes	21105,37	1614,62	5861,40	28581,38
HH otros componentes	16,65	16,66	0	47,64
HH cadena suministro indirecta	0,14	491,11	2,54	493,79
<b>HH TOTAL</b>	<b>21122,17</b>	<b>2122,59</b>	<b>5863,94</b>	<b>29123,02</b>
<b>%</b>	<b>72,53</b>	<b>7,29</b>	<b>20,14</b>	<b>100</b>

**Figura 3.4. Distribución de la HH del queso DOP Roncal**





Cuando se piensa en ahorro de agua en la elaboración del queso siempre se analiza en qué etapas del proceso se emplea más agua; sin embargo, el análisis de la huella hídrica revela que la cantidad de agua consumida en el proceso (operacional) es casi nula, si se compara con la cantidad de agua consumida para la obtención de las materias primas y otros componentes, y para otra serie de inputs necesarios para el funcionamiento de la empresa, fundamentalmente carburantes y energía (cadena de suministro).

La empresa utiliza un importante volumen de agua, especialmente en las labores de limpieza y desinfección de instalaciones y equipos (concretamente 17,3 litros/kg; 6.349.809 litros/campaña de elaboración de queso DOP Roncal), pero es agua que, tras su depuración, retorna al medio.

El único consumo de agua durante el proceso de elaboración es el agua que debe incorporarse a la salmuera a diario para restituir la que se consume durante el salado (en concreto, 0,21 litros/kg).

En la tabla se observa a simple vista que la mayor parte de la HH de la cadena de suministro es la correspondiente a los ingredientes. Para la elaboración de 1 kg de queso se necesitan 6,25 litros de leche (en 2013, 1,2875 kg procedieron de explotaciones tipo A-Otras razas, 0,2463 kg procedieron de explotaciones tipo A-Latxa, 3,1494 kg de explotaciones tipo B y 1,8043 kg de explotaciones tipo C), y cantidades muy pequeñas (inferiores al 0,001%) de otros ingredientes como lisozima, cuajo y fermentos.

La HH de estos últimos se desconoce y no han sido tenidos en cuenta.

Por tanto, el cálculo de la HH de los ingredientes se ha centrado en la leche.

**Tabla 3.20. HH de la cadena de suministro-Ingredientes**

Elemento	HH VERDE	HH AZUL	HH GRIS	HH TOTAL (litros/kg materia prima)
Leche explot. TIPO A- Otras (1,2875 kg)	4460	578	684	5722
Leche explot. TIPO A- Latxa (0,2463 kg)	1702	187	233	2122
Leche oveja-Explotación TIPO B (3,1494 kg)	7703	530	1835	10067
Leche oveja-Explotación TIPO C (1,8043 kg)	7240	320	3110	10670
<b>LECHE OVEJA (6,4875 kg)</b>	<b>21105</b>	<b>1615</b>	<b>5862</b>	<b>28581</b>
<b>%</b>	<b>73,84</b>	<b>5,65</b>	<b>20,51</b>	<b>100</b>

En cuanto a la huella hídrica de la cadena de suministro- Otros componentes, destacar la elevada huella hídrica de cajas y palets, pese a que la cantidad empleada por kg de queso no es excesivamente elevada (ver tabla 3.21).

**Tabla 3.21. HH de la cadena de suministro-Otros componentes**

Elemento	HH VERDE	HH AZUL	HH GRIS	HH TOTAL (litros/kg materia prima)
Cola para etiquetado (0,1 gramos/queso)	-	-	-	-
Plástico para envasado a vacío (60000 bolsas-0,012 kg/bolsa)	-	-	-	-
Etiquetas + cajas (17597,1 kg) 0,275 kg (2 ud. grandes) y 0,220 kg (4 ud pequeños)	14,32	14,32	0	42,97
Palets (734 palets x 25kg/palet = 18333,3 kg/campaña)	2,34	2,34	0	4,69
	<b>16,66</b>	<b>16,66</b>	<b>0</b>	<b>47,65</b>

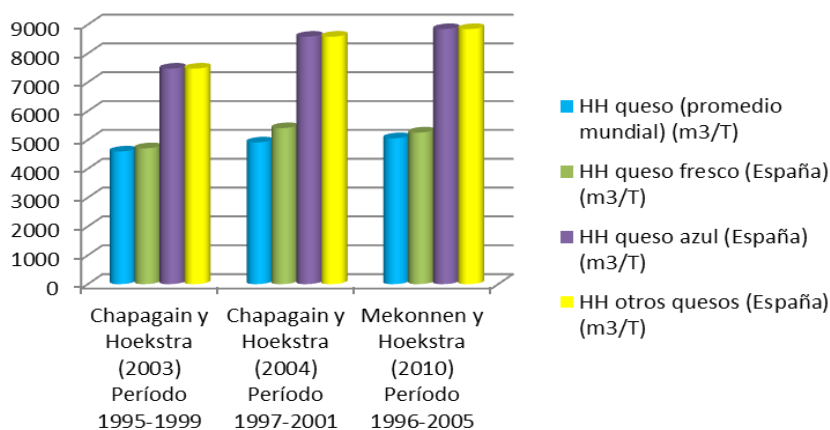
Y, por último, en la huella hídrica de la cadena de suministro indirecta, destacar la huella hídrica de los carburantes.

**Tabla 3.22. HH de la cadena de suministro indirecta**

Elemento	Cantidad/kg queso	HH VERDE	HH AZUL	HH GRIS	HH TOTAL
Papel (oficina)	4,35916E-07 T	0,00014	0,00014	0	0,00028
Energía- Gasoleo B	7,345715136 GJ	0	0,36729	0	0,36729
Energía- Electricidad	5,65459E-07 TJ	0		0,00254	0,00254
Transporte-Gasoil	2,473613988 GJ	0	0,12368	0	0,12368
	<b>HH (m3)</b>	<b>0,00014</b>	<b>0,49111</b>	<b>0,00254</b>	<b>0,49378</b>
	<b>HH (litros)</b>	<b>0,14</b>	<b>491,11</b>	<b>2,54</b>	<b>493,78</b>

Mientras que la HH de los denominados “otros quesos” en España es de 8.846 litros/kg según Mekonnen y Hoekstra (2010), la HH del queso DOP Roncal es de 29.123 litros/kg según el presente estudio.

**Figura 3.4. Huella hídrica de la producción quesera según distintos autores.**

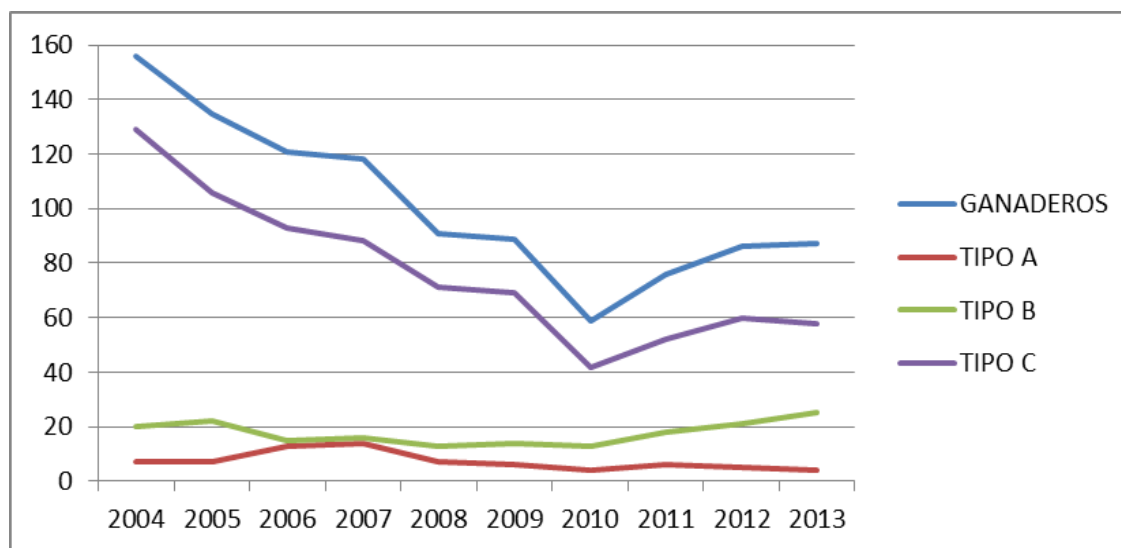


Sin embargo, en estudios anteriores estamos hablando de queso a base de leche de vaca y la HH de la leche de vaca tiene en cuenta la cantidad de leche que producen estos animales, que es muy superior a la que produce la oveja; por este motivo, era esperable que el queso a base de leche de oveja tuviera una huella hídrica más elevada.

### 3.3. EVOLUCIÓN DE LA HUELLA HÍDRICA DEL QUESO DOP RONCAL.

Como se ha visto en el apartado anterior, la HH queso Roncal depende fundamentalmente de la HH de la leche empleada en su elaboración. Dado que han sido numerosos los cambios en el reglamento de la denominación en este sentido, se ha llevado a cabo un análisis de la evolución de las explotaciones que entregan leche a ENAQUESA durante diez años (periodo 2004-2013).

**Figura 3.5. Evolución del número de explotaciones que entregan leche a ENAQUESA**



En el gráfico puede observarse como entre las explotaciones proveedoras de leche, hasta 2010, existe una tendencia clara a un menor número explotaciones de latxa extensivas. A partir de este año y debido a las modificaciones en el reglamento, las explotaciones que trabajan con otras razas deben cumplir una serie de requisitos y tienden a disminuir, frente al aumento de las explotaciones de latxa, tanto extensivas como intensivas. También se observa una pequeña disminución de las explotaciones de latxa intensiva al mismo tiempo que las explotaciones de otras razas aumentaban su presencia en las campañas 2006 y 2007.

Pero el número de explotaciones puede aportar una idea errónea de la situación, ya que lo realmente importante son los litros de leche que cada una de ellas entrega. Empleando los datos de toda la década (pero teniendo en cuenta que son datos de entregas de leche a fábrica, no de producción de las explotaciones), se han obtenido los rendimientos medios por oveja y las cantidades medias entregadas por los distintos tipos de explotaciones.

**Tabla 3.23. Rendimiento medio por oveja (litros/oveja/año) y cantidad media entregada (litros) por cada tipo de explotación (campañas 2004-2013)**

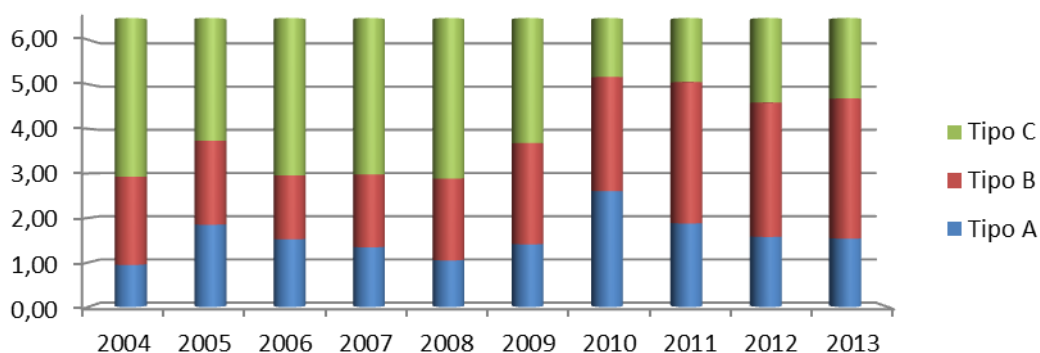
	TIPO A	TIPO B	TIPO C
Rendimiento medio (litros/oveja/campaña)	109,26	86,57	45,07
Cantidad media entregada por explotación (litros)	65573,22	32263,61	8391,79

Atendiendo al número de litros entregado por cada tipo de explotación cada año y teniendo en cuenta que para elaborar 1 kg de queso se necesitan 6,25 litros de leche (6,4875 kg), se ha calculado la proporción leche de cada tipo de explotación empleada cada año para la elaboración del queso DOP Roncal.

**Tabla 3.24. Proporción de kg de leche de cada tipo de explotación empleada cada año para la elaboración del queso DOP Roncal.**

	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Tipo A-Assaf	0,7258	1,4213	1,1683	1,0323	0,8049	1,0834	2,0027	1,4443	1,2116	1,1810
Tipo A-Latxa	0,2168	0,4245	0,3490	0,3083	0,2404	0,3236	0,5982	0,4314	0,3619	0,3528
Tipo B	1,9799	1,8873	1,4350	1,6341	1,8385	2,2740	2,5661	3,1785	3,0202	3,1494
Tipo C	3,5649	2,7544	3,5352	3,5128	3,6036	2,8065	1,3205	1,4333	1,8938	1,8043
Kg de leche	6,4875	6,4875	6,4875	6,4875	6,4875	6,4875	6,4875	6,4875	6,4875	6,4875

**Figura 3.6. Evolución de la proporción de leche de cada una de las explotaciones en la elaboración del queso DOP Roncal**



En el gráfico se observa cómo a pesar de que a partir de 2010 disminuye la leche procedente de las explotaciones Tipo A, se produce un importante aumento de la leche de ovejas de raza latxa procedente de explotaciones tipo B; es decir, independientemente de la raza empleada, se observa una tendencia a la baja de explotaciones tipo C (latxa extensivas) y una tendencia al alza de las explotaciones tipo B (latxa intensiva).

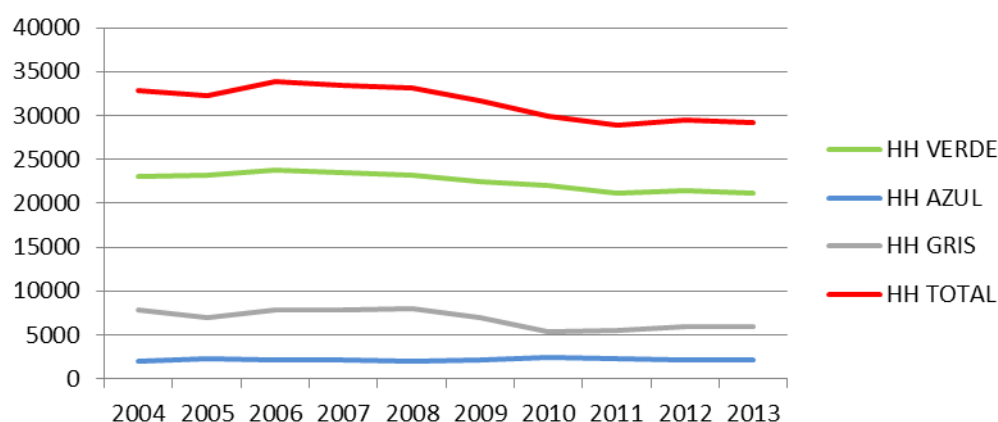
Dado que en la última década no han existido cambios de importancia en las instalaciones de la empresa, en los procesos de elaboración ni en las materias primas empleadas y dado que el 98%

de la HH del queso DOP Roncal es debida a la HH de la leche, se ha estimado la HH del queso durante las diez últimas campañas, variando las proporciones de la leche empleada para su fabricación. El resultado se muestra en la tabla 3.25.

**Tabla 3.25. Huella hídrica del queso DOP Roncal elaborado en la última década (2004-2013).**

	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
<b>HH VERDE</b>	<b>22980</b>	<b>23128</b>	<b>23829</b>	<b>23519</b>	<b>23200</b>	<b>22526</b>	<b>22078</b>	<b>21123</b>	<b>21368</b>	<b>21122</b>
<b>HH AZUL</b>	<b>1945</b>	<b>2236</b>	<b>2134</b>	<b>2076</b>	<b>1979</b>	<b>2092</b>	<b>2473</b>	<b>2235</b>	<b>2140</b>	<b>2123</b>
<b>HH GRIS</b>	<b>7871</b>	<b>6959</b>	<b>7844</b>	<b>7816</b>	<b>7916</b>	<b>7013</b>	<b>5337</b>	<b>5457</b>	<b>5977</b>	<b>5864</b>
<b>HH TOTAL (l/kg)</b>	<b>32811</b>	<b>32338</b>	<b>33822</b>	<b>33426</b>	<b>33110</b>	<b>31646</b>	<b>29902</b>	<b>28830</b>	<b>29499</b>	<b>29123</b>

**Figura 3.7. Evolución de la HH del queso DOP Roncal en la última década (2004-2013)**



En el gráfico se observa que, mientras la HH azul se mantiene constante independientemente de la leche que se emplee para la elaboración del queso, existen variaciones en la HH verde, HH gris y HH total estrechamente relacionadas con las variaciones en la procedencia de la leche utilizada (ver figuras 3.5. y 3.6.)

En las campañas 2006 y 2007, cuando el número de explotaciones tipo A aumentó, el número de explotaciones tipo B disminuyó y el descenso de explotaciones tipo C era pronunciado, se produjo un aumento de la proporción de leche procedente de las explotaciones tipo A, lo cual se tradujo en un aumento de la HH total, aunque éste se debió al aumento tanto de la HH gris como de la HH verde.

En la campaña 2010, se observa un incremento en el número de ganaderos que entregan leche a la fábrica (fundamentalmente son explotaciones tipo C), una disminución de las explotaciones tipo A y un aumento progresivo de las explotaciones tipo B. Sin embargo, la proporción de leche de las explotaciones tipo C no aumenta, sino que disminuye mientras que se produce un ligero aumento de la proporción de leche de las explotaciones tipo A y un importante aumento de la proporción de leche de las explotaciones tipo B, de raza latxa y manejo intensivo. La figura 3.7. muestra a partir de la campaña 2010 un ligero aumento de la HH total, de la HH verde y de la HH gris, pero al mismo tiempo indica que actualmente estamos ante la HH más baja que ha presentado el queso DOP Roncal en la última década.

## 4. CONCLUSIONES

De los resultados del presente estudio se concluye lo siguiente:

- La HH de un queso DOP Roncal es de 29.123 litros/kg de queso. Esta cifra triplica la cifra que arrojaron estudios previos para la HH de quesos elaborados con leche de vaca.
- La HH operacional es insignificante en el cómputo de la HH total del queso (0,21 litros/kg de queso), por lo que la práctica totalidad de la HH del queso se debe a la cadena de suministro. De ahí la importancia de una detallada valoración de la cadena de suministro en la contabilidad de la huella hídrica.
- La HH de la leche supone el 98% de la HH total del queso, por lo que si se quiere trabajar en la reducción de la HH del producto, debe estudiarse el origen de esa leche.
- Más del 99% de la HH de la leche de oveja se debe a la alimentación de la misma que varía mucho dependiendo del tipo de explotación que se trate.
- Se han obtenido unos valores de HH para leche de oveja de 4.875 litros/kg para la leche obtenida de ovejas assaf criadas en explotaciones intensivas, 6.053 litros/kg para la leche obtenida de ovejas latxa que conviven en la misma explotación, 3.216 litros/kg para la leche obtenida de ovejas latxa en explotaciones intensivas y 5.951 litros/kg para la leche obtenida de ovejas latxas en explotaciones extensivas. Estas cifras indican que los productos obtenidos en las explotaciones más eficientes presentan una menor huella hídrica, aunque en las explotaciones mixtas en las que conviven otras razas con ovejas latxas se persigue la alta eficiencia únicamente en los efectivos de razas más productivas. De estos valores puede concluirse también que son las explotaciones de latxa intensiva las que suministran leche con una menor huella hídrica.
- Los valores de HH del animal ( $\text{m}^3/\text{t}$ ) han resultado muy superiores a los de estudios previos. Mientras que, según este estudio, la HH de una oveja latxa en una explotación intensiva es de 74.981  $\text{m}^3/\text{T}$  y asciende hasta 155.957  $\text{m}^3/\text{T}$  para una oveja assaf en una explotación intensiva, los valores publicados con anterioridad hablan de entre 4.791 y 6532  $\text{m}^3/\text{T}$ . Por tanto puede concluirse que los valores de HH para una oveja de leche se aproximan más a los valores de HH de una vaca de leche (que a los de HH de una oveja de carne). Lo que si se confirma es que la HH de un animal enfocado a la producción de leche es unas diez veces superior al de uno cuya vaca de carne es de 9.678  $\text{m}^3/\text{T}$ , mientras que la HH media de una vaca de leche es dedicado a la producción de carne.
- En cuanto al color de la HH del queso DOP Roncal, puede afirmarse que el 73% de la HH del queso es verde, el 7% es azul y el 20% es gris, fundamentalmente porque la HH de la leche a partir del cual se elabora presenta la misma distribución de colores.
- Aunque los sistemas intensivos suelen presentar una menor HH total y una mayor HH gris frente a los sistemas extensivos que presentan una mayor HH total, fundamentalmente debida a una elevada HH verde, en este estudio no ha sido así. La explotación tipo A ha presentado la HH total más alta, que puede atribuirse a una elevada ingesta de alimentos con un importante contenido en materias primas con elevada HH. Por su parte, la explotación tipo C ha presentado la HH gris más elevada que puede atribuirse a una elevada HH gris para la hierba seca producida en la misma (y calculada en base al nitrógeno) originada por una elevada dosis de nitrógeno en los abonos aplicados y una menor efectividad en el manejo de praderas.

- Por último, concluir que pese a que el reglamento de la DOP Roncal impide actualmente la utilización de leche procedente de explotaciones con razas más productivas, existe una tendencia hacia explotaciones que trabajan con raza latxa, pero cada vez más intensivas. De hecho, la mayor parte de la leche empleada en la elaboración del queso DOP Roncal procede de este tipo de explotaciones en los últimos años. Si estas explotaciones apuestan por una alimentación que aprovecha al máximo los recursos propios de la explotación y del medio mediante forrajes propios y pastos y los complementa con las cantidades precisas de grano y realiza un correcto abonado y manejo de fincas, la HH del queso DOP Roncal seguirá manteniéndose en los niveles más bajos de esta década e incluso disminuirá, ya que son este tipo de explotaciones las que presentan la menor HH.

## 5. BIBLIOGRAFÍA

ALDAYA, M.M. y HOEKSTRA, A.Y. (2009). The water needed to have Italians eat pasta and pizza. Value of Water Research Report Series N° 36, UNESCO-IHE.

ALDAYA, M.M. y HOEKSTRA, A.Y. (2010). The water needed for Italians to eat pasta and pizza. Agricultural Systems 103: 351–360.

ALDAYA, M.M., FERRANDIS, C., VALDES, J.L. (2014). Calcular para mejorar su gestión. AENOR: Revista de la normalización y la certificación 296: 26-30.

ALLAN, J.A. (1993) ‘Fortunately there are substitutes for water otherwise our hydro-political futures would be impossible’ In: ODA, Priorities for water resources allocation and management, ODA, London, pp. 13-26.

ALLAN, J.A. (1994) ‘Overall perspectives on countries and regions’ In: Rogers, P. and Lydon, P. Water in the Arab World: perspectives and prognoses, Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts, pp. 65-100.

AMORES, M.J. (2015) Artículo de opinión “Beneficios para las empresas” en Verificación de la Huella Hídrica. Información exacta, coherente y transparente. REVISTA AENOR n° 300- Enero 2015- Página 19.

APLICACIÓN INFORMÁTICA: PLANES DE GESTIÓN DE ESTIÉRCOL:  
<https://planesganaderos.navarra.es/> (Gobierno de Navarra)

BOUWMAN, A.F., VAN DER HOEK, K.W., EICKHOUT, B. and SOENARJO, I. (2005) Exploring changes in world ruminant production systems, Agricultural Systems 84: 121-153.

BUXADÉ CARBÓ, C. 1998. Ovino de leche: aspectos claves. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa. ISBN: 84-7114-739-4

CHAPAGAIN, A.K. y HOEKSTRA, A.Y. (2003) ‘Virtual water trade: A quantification of virtual water flows between nations in relation to international trade of livestock and livestock products’. In HOEKSTRA, A.Y. (Ed.): Virtual Water Trade: Proceedings of the International Expert Meeting on Virtual Water Trade. Value of Water Research Report Series No.13. (3) Páginas: 49-76. UNESCO-IHE, Delft, the Netherlands. ([www.waterfootprint.org/Reports/Report13.pdf](http://www.waterfootprint.org/Reports/Report13.pdf))

CHAPAGAIN, A.K. y HOEKSTRA, A.Y. (2004) “Water footprints of nations”, Value of Water Research Report Series No.16, UNESCO-IHE. Vol 1 y 2.

CHAPAGAIN, A.K., HOEKSTRA, A.Y., SAVENIJE, H.H.G. y GAUTAM, R. (2006) The water footprint of cotton consumption: An assessment of the impact of worldwide consumption



of cotton products on the water resources in the cotton producing. Consumption: A Historical Analysis. Water 6, 1435-1452.

COMISIÓN EUROPEA: Publicación de una solicitud de modificación con arreglo al artículo 6, apartado 2, del Reglamento (CE) n° 510/2006 del Consejo sobre la protección de las indicaciones geográficas y de las denominaciones de origen de los productos agrícolas y alimenticios (DIARIO OFICIAL DE LA UNIÓN EUROPEA C 294/08 de 29 de septiembre de 2012)

COMISIÓN EUROPEA: Reglamento (CE) n° 1107/96 de la Comisión de 12 de junio de 1996 relativo al registro de las indicaciones geográficas y de las denominaciones de origen con arreglo al procedimiento establecido en el artículo 17 del Reglamento (CEE) n° 2081/92 del Consejo (DIARIO OFICIAL DE LA UNIÓN EUROPEA n° L 148/1 de 21 de junio de 1996).

COMISIÓN EUROPEA: REGLAMENTO (CE) No 1204/2003 DE LA COMISIÓN de 4 de julio de 2003 por el que se modifican elementos de los pliegos de condiciones de tres denominaciones que figuran en el anexo del Reglamento (CE) no 1107/96 (Roncal, Noix de Grenoble y Caciocavallo Silano) (DIARIO OFICIAL DE LA UNIÓN EUROPEA L 168/10 de 5 de julio de 2003).

CONSEJERÍA DE AGRICULTURA, GANADERÍA Y ALIMENTACIÓN: Orden Foral de 30 de abril de 2001, por la que se modifica, con el carácter transitorio establecido en el artículo 5.5 del Reglamento (CEE) 2081/92, el reglamento de la denominación de origen “Roncal” y de su Consejo Regulador (BON n° 72 de 13 de junio de 2001).

DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA, GANADERÍA Y MONTES DEL GOBIERNO DE NAVARRA: Orden Foral de 3 de junio de 1989, por la que se aprueba el Reglamento de la Denominación de Origen “Roncal” y su Consejo Regulador.

DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA, GANADERÍA Y MONTES DEL GOBIERNO DE NAVARRA: Orden Foral de 2 de marzo de 1991, por la que se publica el Reglamento de la Denominación de Origen “Roncal” y su Consejo Regulador y dispone la entrada en vigor del mismo (BON n° 46 de 12 de abril de 1991).

DEPARTAMENTO DE DESARROLLO RURAL Y MEDIO AMBIENTE DEL GOBIERNO DE NAVARRA: Anuncio por el que se da publicidad a la solicitud de modificación de la denominación de origen protegida “Roncal” y a su documento único modificado (BOE N° 172 del 17 de julio de 2008).

DIARIO OFICIAL DE LA UNIÓN EUROPEA: Reglamento (CE) N° 510/2006 DEL CONSEJO de 20 de marzo de 2006 sobre la protección de las indicaciones geográficas y de las denominaciones de origen de los productos agrícolas y alimenticios (DOUE L 93/12 de 31 de marzo de 2006)

DIARIO OFICIAL DE LAS COMUNIDADES EUROPEAS C 210/10 de 4 de septiembre de 2002: Publicación de una solicitud de modificación, en virtud del artículo 9 del Reglamento

(CEE) no 2081/92, de uno o varios elementos del pliego de condiciones de una denominación registrada con arreglo al artículo 17 o al artículo 6 de dicho Reglamento.

DIRECCIÓN GENERAL DE DESARROLLO RURAL: Resolución 1731/2008, de 10 de octubre, por la que se aprueba la modificación del pliego de condiciones de la denominación de Origen Protegida “Roncal” (BON 132 de 29 de octubre de 2008).

DRASTIG, K., PROCHNOW, A., KRAATZ, S., KLAUSS, H. y PLÖCHL, M. (2010) Water footprint analysis for the assessment of milk production in Brandenburg (Germany). *Advances in Geoscience*, 27: 65–70.

ECHEVERRIA, T. (1988). Abolengo ganadero del Valle de Roncal. *Navarra Agraria* 30: 33-50.

EGUINOA, P. y LASARTE, J.M. (2013). Calidad de la leche y queso de oveja latxa. Estudio sobre el efecto que causan el sistema de manejo y la alimentación. *Navarra agraria* nº 201- Noviembre/Diciembre- Páginas 30-35.

ERCIN, A.E., ALDAYA, M.M. y HOEKSTRA, A.Y. (2009). A pilot in corporate water footprint accounting and impact assessment: The water footprint of a sugar-containing carbonated beverage. *Value of Water Research Report Series No.39*, UNESCO-IHE.

ERCIN, A.E., ALDAYA, M.M. y HOEKSTRA, A.Y. (2011a) The water footprint of soy milk and soy burger and equivalent animal products, *Value of Water Research Report Series No.49*, UNESCO-IHE.

ERCIN, A.E., ALDAYA, M.M. y HOEKSTRA, A.Y. (2011b) Corporate water footprint accounting and impact assessment: The case of the water footprint of a sugar-containing carbonated beverage. *Water Resour Manage* (2011) 25:721–741.

ERCIN, A.E., ALDAYA, M.M. y HOEKSTRA, A.Y. (2012) The water footprint of soy milk and soy burger and equivalent animal products, *Ecological Indicators*, 18: 392–402.

FANG, K., HEIJUNGS, R y DE SNOO, G.R. (2014) Theoretical exploration for the combination of the ecological, energy, carbon, and water footprints: Overview of a footprint family. *Ecological Indicators* 36: 508-518.

FAO (2007) FAOSTAT Database. Food and Agriculture Organization. Rome, Italy. (<http://faostat.fao.org>). [Tablas obtenidas en 2008]

FAO 2014 FAOSTAT, Food and Agriculture Organization of the United Nations (<http://faostat.fao>).

FIAB (2014): Alimentamos un futuro sostenible: Retos medioambientales de la Industria Alimentaria a 2020. ([http://www.fiab.es/archivos/documentoMenu/documentomenu\\_20140610193513.pdf](http://www.fiab.es/archivos/documentoMenu/documentomenu_20140610193513.pdf))

GERBENS-LEENES, P.W., MEKONNEN, M.M. and HOEKSTRA, A.Y. (2011) A comparative study on the water footprint of poultry, pork and beef in different countries and production systems, Value of Water Research Report Series No. 55, UNESCO-IHE.

GERBENS-LEENES, P.W., MEKONNEN, M.M. and HOEKSTRA, A.Y. (2013) The water footprint of poultry, pork and beef: A comparative study in different countries and production systems, Water Resources and Industry, 1-2: 25-36.

GOÑI, C. (2008) Centro de inseminación artificial Oskotz. La sección de ovino. Navarra Agraria, Septiembre-Octubre 2008: 51-56.

HOEKSTRA, A.Y. (2003): "Virtual Water: An introduction". In HOEKSTRA, A.Y. (Ed.): Virtual Water Trade: Proceedings of the International Expert Meeting on Virtual Water Trade. Value of Water Research Report Series No.12. (1) Páginas: 13-23. UNESCO-IHE, Delft, the Netherlands. ([www.waterfootprint.org/Reports/ Report12.pdf](http://www.waterfootprint.org/Reports/Report12.pdf))

HOEKSTRA, A.Y. (2010). The water footprints of animal products. In: D'Silva, J. and Webster, J. (eds.) (2010) The meat crisis: Developing more sustainable production and consumption, Earthscan, London, UK, pp. 22-33.

HOEKSTRA, A.Y. (2012) The hidden water resource use behind meat and dairy, Animal Frontiers, 2(2): 3-8.

HOEKSTRA, A.Y. (2014) Water for animal products: a blind spot in water policy, Environmental Research Letters, 9(9): 091003.

HOEKSTRA, A.Y. y CHAPAGAIN, A.K. (2008) Globalization of water: Sharing the planet's freshwater resources, Blackwell Publishing, Oxford, UK.

HOEKSTRA, A.Y., CHAPAGAIN, A.K., ALDAYA, M.M. y MEKONNEN, M.M. (2011) The water footprint assessment manual: Setting the global standard, Earthscan, London, UK.

HOEKSTRA, A.Y., CHAPAGAIN, A.K., ALDAYA, M.M., MEKONNEN, M.M. (2009). Water Footprint Manual: State of the Art 2009. Water Footprint Network, Enschede, the Netherlands.

INE (2014) Encuesta sobre el uso del agua en el sector industrial manufacturero (2007-2010) [http://www.ine.es/daco/daco42/ambiente/aguaindu/uso\\_agua\\_indu0710.pdf](http://www.ine.es/daco/daco42/ambiente/aguaindu/uso_agua_indu0710.pdf)

JEFFERIES, D., MUÑOZ, I., HODGES, J., KING, V.J., ALDAYA, M., ERCIN, A.E., MILÀ I CANALS, L. Y HOEKSTRA, A.Y. (2012) Water Footprint and Life Cycle Assessment as approaches to assess potential impacts of products on water consumption. Key learning points from pilot studies on tea and margarine. Journal of Cleaner Production 33: 155- 166.

LANA, M.P. y LASARTE, J.M. (2012). Situación actual del ovino de leche en Navarra. Navarra Agraria nº 193- Julio/Agosto. Páginas 11-16.

LYAKURWA, F.S. (2014) Quantitative modeling of the water footprint and energy content of crop and animal products consumption in Tanzania. Independent journal of management & production (ijm&p) v. 5, n. 2, febrero-mayo 2014: 511-526.

MAGRAMA-SISTEMA NACIONAL DE INFORMACIÓN DE RAZAS- Catálogo Oficial de Razas:<http://www.magrama.gob.es/es/ganaderia/temas/zootecnia/razasganaderas/razas/catalogo/default.aspx> Consulta: 19/02/2015

MAGRO, J. (2015) Verificación de la Huella Hídrica. Información exacta, coherente y transparente. REVISTA AENOR nº 300- Enero 2015- Páginas 16-21.

MEKONNEN, M. M, GERBENS-LEENES , W. y HOEKSTRA, A.Y. (2015) The consumptive water footprint of electricity and heat: a global assessment. Environmental Science Water Research & Technology Volume 1 Number 3: 255–396.

MEKONNEN, M.M. and HOEKSTRA, A.Y. (2010a) The green, blue and grey water footprint of crops and derived crop products, Value of Water Research Report Series No.47, UNESCO-IHE, Delft, the Netherlands. Vol. 2.

MEKONNEN, M.M. and HOEKSTRA, A.Y. (2010b) The green, blue and grey water footprint of farm animals and animal products, Value of Water Research Report Series No.48, UNESCO-IHE, Delft, the Netherlands. Vol. 1 y 2.

MEKONNEN, M.M. and HOEKSTRA, A.Y. (2012) A global assessment of the water footprint of farm animal products, Ecosystems,15(3): 401-415.

MINETUR (2015), La energía en España 2013. [[http://www.minetur.gob.es/energia/balances/Balances/LibrosEnergia/Energia\\_en\\_espana\\_2013.pdf](http://www.minetur.gob.es/energia/balances/Balances/LibrosEnergia/Energia_en_espana_2013.pdf)]

MINISTERIO DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE: Resolución de 27 de noviembre de 2014, de la Dirección General de la Industria Alimentaria, por la que se deja sin efecto la protección nacional transitoria a la modificación del pliego de condiciones de la Denominación de Origen Protegida “Roncal” (BOE nº 308 de 22 de diciembre de 2014).

MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN: Orden de 11 de marzo de 1991, por la que se aprueba el Reglamento de la Denominación de Origen “Roncal” y su Consejo Regulador (B.O.E. nº 63, de 14 de marzo de 1991).

MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN: Orden de 2 de marzo de 1981 por la que se reglamenta la denominación de origen “Roncal” y su Consejo Regulador (BOE nº 85 de 9 de abril de 1981)

MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN: ORDEN de 3 de octubre de 2001, por la que se ratifica la modificación del Reglamento de la Denominación de Origen «Roncal» (B.O.E. nº 250, de 18 de octubre de 2001).

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y MEDIO RURAL Y MARINO: Resolución de 16 de febrero de 2009, de la Dirección General de Industria y Mercados alimentarios, por la que se concede la protección nacional transitoria a la Denominación de Origen Protegida “Roncal” (BOE nº 69 de 21 de marzo de 2009).

PASCUAL, S. 2013. Análisis de Ciclo de Vida y Huella Hídrica del proceso de elaboración del queso fresco. A. Martínez y J. Uche (directores). Proyecto Fin de Carrera, Universidad de Zaragoza.

PLIEGO DE CONDICIONES DE LA DOP “RONCAL” 2010: <http://www.navarra.es/NR/rdonlyres/E04A0F92-7922-42E2-A2BA-EEA2D24C8527/223122/PliegoDOPRONCAL184122.pdfES>

RIDOUTT, B.G., SANGUANSRI, P., FREER, M. y HARPER, G.S. (2012). Water footprint of livestock: comparison of six geographically defined beef production systems. *Int J Life Cycle Assess* 17:165–175

RODRIGUEZ, R., NOVO, P. y GARRIDO, A. (2009) Huella Hídrica de la ganadería española, Papeles de Agua Virtual- Número 4. Observatorio del Agua. Fundación Botín, Santander.

RUINI, L., MARINO, M., PIGNATELLI, S., LAIO, F. y RIDOLFI, L. (2013). Water footprint of a large-sized food company: The case of Barilla pasta production. *Water Resources and Industry* 1–2: 7–24.

SANTAMARÍA, E. (2014). Huella de Carbono y Huella Hídrica. *Agricultura: Revista Agropecuaria* 978: 750-752.

TORRE, P. y equipo de investigación de Calidad Alimentaria y Análisis Sensorial de la Universidad Pública De Navarra. Estudio de investigación: Influencia del tipo de leche de oveja, en función de la raza, sobre la calidad sensorial del queso con D.O.P. Roncal. Proyecto OTRI: 2006 03 044, Noviembre 2006.

TORRE, P., ARIZCUN, C. e IBAÑEZ, F.C. (1998). El queso con denominación de origen Roncal. *Ovis* (Madrid) 55; 25-37.

van OEL, P.R. y HOEKSTRA, A.Y. (2010) The green and blue water footprint of paper products: Methodological considerations and Quantification. *Value of Water Research Report Series No.46*, UNESCO-IHE, Delft, the Netherlands.

WATERFOOTPRINT NETWORK [2015]. Waterfootprint Network [sitio web]. University of Twente, the Netherlands. [Consulta: Marzo de 2015]. Disponible en: <http://www.waterfootprint.org/>

WWF (World Wildlife Fund for Nature/ Fondo Mundial para la Naturaleza) (2011): ASSESSING WATER RISK: A Practical Approach for Financial Institutions ([http://d2ouvy59p0dg6k.cloudfront.net/downloads/deg\\_wwf\\_water\\_risk\\_final.pdf](http://d2ouvy59p0dg6k.cloudfront.net/downloads/deg_wwf_water_risk_final.pdf))

YANG, C. y CUI, X (2014) Global Changes and Drivers of the Water Footprint of Food  
ZONDERLAND-THOMASSEN, M.A., LIEFFERING, M. y LEDGARD, S.F. (2014) Water footprint of beef cattle and sheep produced in New Zealand: water scarcity and eutrophication impacts. *Journal of Cleaner Production* 7: 253-262.

## **6. ANEXOS**

**Anexo 1-** Cuestionario explotaciones ovino

**Anexo 2-** Cuestionario para queserías

**Anexo 3-** Materias primas empleadas en piensos y mezcla y su origen

## ANEXO 1- CUESTIONARIO EXPLOTACIONES OVINO

### DATOS GENERALES

---

-Nº de **OVEJAS DE RAZA LATXA** (indicar cara negra o cara rubia).

Para raza latxa, indicar:

-Nº de machos si se hace monta natural (edad primera monta y edad desvieje) (peso vivo macho adulto).

-Nº de inseminaciones artificiales (si se hacen)

-% de ovejas paridas/año.

-Prolificidad o número de corderos por oveja y parto (o número de partos simples, gemelares, múltiples).

-Nº total de corderos y corderas nacidos/año.

-Nº total de corderos lechales comercializados (edad y peso vivo al sacrificio).

-% de reposición o número de corderas dejadas al año (edad 1er parto) (peso vivo) (producción leche en la 1ª lactación).

-Nº de lactaciones por oveja o edad de desvieje

-Producción máxima y media de leche por oveja y días de lactación/año)

-Nº Animales comprados (machos, ovejas, corderas)

-Nº Animales vendidos para vida (machos, ovejas, corderas, corderos)

-Nº de **OVEJAS DE RAZA DE ALTA PRODUCCIÓN** (indicar raza).

Para la raza de alta producción, indicar:

-Nº de machos si se hace monta natural (edad primera monta y edad desvieje) (peso vivo macho adulto).

-Nº de inseminaciones artificiales (si se hacen)

-% de ovejas paridas/año.

-Prolificidad o número de corderos por oveja y parto (o número de partos simples, gemelares, múltiples).

-Nº total de corderos y corderas nacidos/año.

-Nº total de corderos lechales comercializados (edad y peso vivo al sacrificio).



-% de reposición o número de corderas dejadas al año (edad 1er parto) (peso vivo). (Producción leche en la 1ª lactación).

-Nº de lactaciones por oveja o edad de desvieje

-Producción máxima y media de leche por oveja y días de lactación/año)

-Nº de animales comprados (machos, ovejas, corderas)

-Nº animales vendidos para vida (macho, ovejas, corderas, corderos)

#### **-CONSUMOS ANUALES:**

-Base territorial de la explotación:

-Nº has para maíz- raigrás (Tm de silo de maíz y Tm de silo de hierba)

-Nº de has para pradera 2 cortes. (Tm de bolas, pacones, pacas de hierba seca).

-Nº de has para pradera 1 corte. (Tm de bolas, pacones, pacas de hierba seca).

-Nº de has sólo pastoreo (uso exclusivo de la explotación)

-Nº de has de pastos comunales.

-¿Sube las ovejas a puerto? ¿Cuándo suben? ¿Durante cuánto tiempo?¿qué lotes de ovejas?

-¿Todo el estiércol (o purín) de la explotación se reparte en las fincas?

- Tm de otros forrajes que se compran y procedencia

-Tm de piensos, mezcla, complementos...que se compran, composición y procedencia.

-M<sup>3</sup> de agua consumida en la explotación (si se sabe, cantidad consumida en boca por los animales y cantidad gastada en labores de limpieza).

-Productos de limpieza de la sala de ordeño: Productos empleados, dosis y consumos anuales.

-Destino de las aguas de lechería.

-Tratamientos veterinarios generales (para todo el rebaño o para todo un lote)

Indicar producto, dosis y objetivo.

-Otros medicamentos que se aplican a animales concretos en situaciones puntuales (ejemplo, mamitis).

Indicar producto, dosis, objetivo y número de animales tratados al año.

(Indicar para cada raza si existen diferencias entre razas)

#### **-PRODUCCIONES ANUALES:**

-Kg de lana y precio (si se separa por razas, indicar para cada raza)

-Kg de cordero y precio.

-Kg de carne de desvieje y precio.

-Litros de leche y precio (si parte de la leche no va a la DOP Roncal, indicar!).

-Si procede: Tn de forrajes producidos en la explotación. Precio.

-Si procede: Venta de animales para vida nacidos en la explotación. Precio.

#### **DATOS PARA CADA LOTE**

---

- Consumo de forrajes en las distintas fases del animal (kg/animal/día), composición y origen

- Consumo de piensos en las distintas fases del animal (kg/animal/día), composición y origen.

-Periodos de estabulación y pasto

-Periodos de actividad-descanso, épocas de monta en los machos.

-Épocas de cubrición, gestación, parto y ordeño en las hembras.

## **ANEXO 2- CUESTIONARIO PARA QUESERÍAS**

### **DATOS GENERALES**

---

**QUESERÍA:**

**UBICACIÓN DE LAS INTALACIONES:**

**¿HAN EXISTIDO CAMBIOS SUSTANCIALES EN LAS INSTALACIONES?**

**¿EN QUE AÑO?**

**¿HAN EXISTIDO CAMBIOS EN EL PROCESO DE ELABORACIÓN Y DE L+D?**

**¿EN QUÉ AÑO?**

\*SI NO HAN EXISTIDO CAMBIOS SUSTANCIALES EN LAS INSTALACIONES O EN EL PROCESO EN LOS AÑOS DEL PERIODO DE ESTUDIO (2003-2013), LOS DATOS QUE SE SOLICITAN A CONTINUACIÓN SERÁN ÚNICAMENTE LOS CORRESPONDIENTES A LA ACTUALIDAD: CAMPAÑA 2013.

\*SI HAN EXISTIDO CAMBIOS SIGNIFICATIVOS, SERÁN NECESARIOS LOS DATOS DE UNA CAMPAÑA EN LA INSTALACIÓN O PROCESO ANTERIOR Y LOS DATOS DE LA CAMPAÑA 2013, EN LA INSTALACIÓN O CON EL PROCESO ACTUAL.

\*PARA LAS CUESTIONES SUBRAYADAS, SE SOLICITAN LAS CIFRAS DE LAS ÚLTIMAS 10 CAMPAÑAS (2003-2013). SI NO SE DISPONE DE ELLAS, AL MENOS DE LAS QUE SE DISPONGAN Y, EN CUALQUIER CASO, DE LA ÚLTIMA CAMPAÑA 2013.

-Características constructivas de la instalación: Principales materiales empleados en la construcción y cantidad (toneladas totales) (aparecerá en el proyecto):

-Cemento:

-Acero:

-...

### **CONSUMO DE AGUA Y GESTIÓN**

---

-Procedencia y cantidad de agua utilizada en la instalación.

-¿Se reutiliza parte del agua empleada en proceso en labores de limpieza, etc?

-Tipos de vertidos.

-¿Se depuran los vertidos?

-¿Qué tipo de tratamiento reciben esos vertidos durante su depuración?

-¿Dónde y cuándo se vierten las aguas?

-Calidad (DBO, DQO) y cantidad de agua vertida.

-Consumo anual de agua (CAMPAÑAS 2003-2013) (especificando la procedencia si existiera más de una).

-¿Se utiliza agua para procesos de refrigeración que después se desecha?

## **PRODUCCIÓN**

---

-Nº DE TRABAJADORES:

-LA EMPRESA ¿ELABORA SÓLO QUESO DOP RONCAL?

**SI:** (saltar cuestionario hasta página 4)

**NO:**

-Tm elaboradas de queso DOP Roncal y Tm elaboradas de otros tipos de queso (CAMPAÑAS 2003-2013).

-Días de producción y/o turnos dedicados a la elaboración de queso DOP Roncal y días de producción y/o turnos dedicados a la elaboración de otros tipos de queso.

-Litros de leche destinados a la elaboración de queso DOP Roncal (CAMPAÑAS 2003-2013).

-Otros ingredientes y materias primas y auxiliares utilizados para la elaboración de queso DOP Roncal (fermentos, cuajo, sal, etiquetas, cajas, cola de uso alimentario...).

Indicar para cada uno, gasto anual, dosis utilizada en el proceso de elaboración, especificaciones, casa proveedora, origen.

-Esquema de elaboración del queso DOP Roncal.

-Rendimiento quesero del queso DOP Roncal.

-Subproductos derivados del proceso de elaboración (suero, nata...):

Indicar cantidad anual de subproductos (indicar si se trata de cantidad global de suero o nata o si se trata únicamente de la cantidad procedente de la elaboración de queso DOP Roncal) y destino.

-Formatos de queso DOP Roncal (producción de cada uno de ellos) y meses de maduración.

-Evolución del peso a lo largo de la maduración (pérdida de agua).

-Tm de queso DOP Roncal que se exporta (2003-2013). Destino.

## **ENERGÍA**

---

- Consumo anual de luz.
- Consumo anual de gas natural.
- Consumo anual de gasoil.
- Consumo anual de biocombustibles (indicar cuáles y cantidad).
- Otros:

## **TRANSPORTE**

---

- Transporte interno en la instalación:
  - Indicar maquinas empleadas, combustible que emplean y cantidad anual.
- Transporte de la leche:
  - Indicar cómo se hace: Días de recogida, N° de camiones cisternas, combustible empleado, rutas, kms.

## **CUESTIONARIO PARA QUESERÍAS QUE ELABORAN ÚNICAMENTE QUESO DOP RONCAL**

---

- Litros de leche destinados a la elaboración de queso DOP Roncal (2003-2013).
- Otros ingredientes y materias primas y auxiliares utilizados para la elaboración de queso DOP Roncal (fermentos, cuajo, sal, etiquetas, cajas, cola de uso alimentario...).
- Indicar para cada uno, gasto anual, dosis utilizada en el proceso de elaboración, especificaciones, casa proveedora, origen.
- Esquema de elaboración del queso DOP Roncal.
- Rendimiento quesero del queso DOP Roncal.
- Tm de subproductos derivados del proceso de elaboración (suero, nata...) y destino.
- Tm de queso DOP Roncal elaborado (2003-2013)
- Formatos de queso DOP Roncal (producción de cada uno de ellos) y meses de maduración.
- Evolución del peso a lo largo de la maduración (pérdida de agua).
- Tm de queso DOP Roncal que se exporta (2003-2013). Destino.

## **ENERGÍA**

---

- Consumo anual de luz.
- Consumo anual de gas natural.
- Consumo anual de gasoil.
- Consumo anual de biocombustibles (indicar cuáles y cantidad).
- Otros:

## **TRANSPORTE**

---

- Transporte interno en la instalación:
  - Indicar maquinas empleadas, combustible que emplean y cantidad anual.
- Transporte de la leche:
  - Indicar cómo se hace: Días de recogida, N° de camiones cisternas, combustible empleado, rutas, kms.

### ANEXO 3- MATERIAS PRIMAS DE PIENSOS Y MEZCLA Y SU ORIGEN

COMPOSICIÓN DE LA MEZCLA		%
ALFALFA DE...	NACIONAL	41,6
MAIZ	NACIONAL	17,79
SOJA 47% PB (ALTA PROTEINA)	BRASIL/USA/ARGENTINA	11,95
MELAZA REMOLACHA	NACIONAL	7
SEMILLAS DE ALGODÓN	NACIONAL	5,7
HARINA TRIGO	NACIONAL	4,3
DDGsTM	NACIONAL	4,72
TURTÓ COLZA	FRANCIA/REINO UNIDO/HOLANDA	2,89
CEBADA 2 CARRERAS	NACIONAL	2,85
TRIGO	NACIONAL	2,84
SAL		0,55
ACID BEEF 10		0,36
COMPOSICIÓN DEL PIENSO COMPLEMENTARIO		%
MAIZ	NACIONAL	20,65
SOJA 47% PB (ALTA PROTEINA)	BRASIL/USA/ARGENTINA	16,75
MELAZA REMOLACHA	NACIONAL	2
HARINA TRIGO	NACIONAL	12,9
DDGsTM	NACIONAL	21,5
CEBADA 2 CARRERAS	NACIONAL	7,98
TRIGO	NACIONAL	5,5
T.PALMISTE	INDONESIA/MALASIA/PAPUA NUEVA GUINEA	4,3
TORTA GIRASOL	NACIONAL	2,09
SAL		0,71
CARBONATO CALCIO		1,62
COMPOSICIÓN PIENSO CORDEROS		%
MAIZ	NACIONAL	53,02
SOJA 47% PB (ALTA PROTEINA)	BRASIL/USA/ARGENTINA	32,66
HARINA TRIGO	NACIONAL	3
CEBADA 2 CARRERAS	NACIONAL	4,69
AVENA	NACIONAL	1
CLORURO CÁLCICO		2,27
JABÓN CÁLCICO		1
NUTRAMOLD		0,05
LEVADURA DIAMON	EEUU	1
BICARBONATO DE SODIO		1
MICROCOR		0,3
I PROAROM F		0,01

**COMPOSICIÓN PIENSO CORDERAS**

		%
<b>ALFALFA DE...</b>	NACIONAL	4
<b>MAIZ</b>	NACIONAL	33,68
<b>SOJA 47% PB (ALTA PROTEINA)</b>	BRASIL/USA/ARGENTINA	14,45
<b>HARINA TRIGO</b>	NACIONAL	3
<b>DDGsTM</b>	NACIONAL	9
<b>TURTÓ COLZA</b>	FRANCIA/REINO UNIDO/HOLANDA	7
<b>CEBADA 2 CARRERAS</b>	NACIONAL	20
<b>T.PALMISTE</b>	INDONESIA/MALASIA/PAPUA NUEVA GUINEA	4
<b>PULPA DE REMOLACHA</b>	NACIONAL	0,38
<b>CLORURO CÁLCICO</b>		2,13
<b>SAL</b>		0,7
<b>JABÓN CÁLCICO</b>		0,5
<b>NUCLEO 420</b>		0,4
<b>NUTRAMOLD</b>		0,05
<b>CLORURO DE AMONIO</b>		0,7